ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Complément aux « Lois générales du mouvement accéléré ou retardé des navires ».* Note de M. L.-E. Bertin.

Dans ma Note du 3 janvier dernier, j'indique que la relation directe entre l'espace parcouru x et le temps t ne peut pas être obtenue par l'intégration d'une certaine équation

$$e^{-0,0488\,\mathrm{P}^{\frac{1}{3}}x} = \frac{\mathrm{V}_1^3 - \left(\frac{dx}{dt}\right)^3}{\mathrm{V}_1^3 - \mathrm{V}_0^3}. \tag{19}$$

Or cette équation, qui peut s'écrire

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^3 = \mathrm{V}_1^3 - (\mathrm{V}_1^3 - \mathrm{V}_0^3)\, e^{-0,0488\,\mathrm{P}^{\frac{1}{3}}x},$$

ou, en remplaçant $-0,0488\,\mathrm{P}^{\frac{1}{3}}$ par K,

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^3 = \mathrm{V}_1^3 - (\mathrm{V}_1^3 - \mathrm{V}_0^3)\, e^{kx},$$

est de même forme que l'équation (28). Elle peut se transformer de la même manière que cette dernière, la méthode étant d'ailleurs générale et s'appliquant à l'équation

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^n = \mathrm{A} + \mathrm{B}\, e^{\mathrm{A}x}.$$

Dans le cas actuel, nous avons à introduire une variable auxiliaire y, telle que

$$\mathrm{V}_1^3 - (\mathrm{V}_1^3 - \mathrm{V}_0^3)\, e^{kx} = y^3.$$

En différentiant et éliminant x, nous obtenons

$$k(y^3 - V_1^3)y = 3y^2 \frac{dy}{dt},$$

$$\frac{k}{3} dt = \frac{y^2\,dy}{y^3 - V_1^3}.$$

Les trois racines de l'équation

$$y^3 - V_1^3 = 0$$

étant connues, l'intégration peut se faire; elle donne, en remplaçant k par sa valeur,

$$(19') \quad t = 61{,}5 P^{-\frac{4}{3}} \left[-\frac{1}{V_1} \log \text{nép}(y - V_1) + \frac{1}{2V_1^3} \log \text{nép}(y^2 + y + 1) - \frac{1}{\sqrt{3}\,V_1^3} \text{arc tang} \frac{2}{\sqrt{3}} \left(y + \frac{1}{2} \right) \right].$$

Cette formule, après substitution pour y de sa valeur en fonction de x, se prêterait difficilement à des applications numériques. C'est là seulement ce qu'il convient de dire de l'équation (19).

Dans la même Note du 3 janvier, l'équation (14) contient une faute d'impression sur le signe $-$, qui doit être remplacé par $+$. Les calculs numériques qui suivent ont été faits avec la formule exacte.

Dans ma Note du 19 septembre 1910 sur le même sujet, j'ai cité une ancienne expérience de stoppage faite sur la *Flandre*, et j'ai indiqué à tort qu'il en était parlé dans mon Mémoire sur la résistance des carènes dans le roulis, inséré aux *Savants étrangers*. Je n'ai donné le résultat de cette expérience que dans des Notes publiées à la même époque par la *Revue maritime* et réunies dans *Les vagues et le roulis*, *les qualités nautiques*, p. 99 (librairie Berger-Levrault).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les nitrates dans l'atmosphère des régions australes.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

A l'époque du départ de la Mission du Dr J. Charcot aux régions antarctiques, divers savants furent chargés d'établir le programme des recherches scientifiques qu'elle pourrait effectuer au cours de son voyage.

Dans le programme tracé par M. Müntz figurait l'étude des eaux météoriques au point de vue de leur teneur en composés oxygénés de l'azote.

Cette étude avait un double but :

Il s'agissait d'abord de déterminer les quantités de nitrates et de nitrites dans ces eaux pour les comparer à celles qu'on trouve dans les eaux météoriques tombées dans les autres régions du globe.

Ensuite M. Müntz avait l'espoir de saisir des variations dans la teneur en composés nitrés aux moments où se produisaient les aurores polaires, une corrélation pouvant peut-être exister entre ces deux manifestations et jeter quelque jour sur l'origine si mystérieuse des lueurs qui interrompent la monotonie des longues nuits aux hautes latitudes.

On attribue la formation des composés nitrés de l'atmosphère aux décharges électriques qui sillonnent celle-ci, et cette hypothèse trouve sa confirmation dans le fait d'une richesse beaucoup plus grande en nitrates dans les pluies des régions intertropicales, où les orages sont si fréquents et si violents (1), dans le fait aussi de l'absence presque complète de ces composés à de grandes altitudes, dans une zone placée au-dessus de celle dans laquelle se produisent ordinairement les orages (2).

Il s'agissait donc, dans l'étude que nous projetions, de faire au voisinage du pôle Sud, non de constater simplement un fait, mais de relier entre elles des données générales intéressant la Physique du globe et de jeter quelque lumière sur des phénomènes spéciaux aux régions polaires.

M. R.-E. Godfroy, enseigne de vaisseau attaché à la Mission Charcot, a bien voulu se charger d'exécuter sur les lieux les observations et d'effectuer les prises d'échantillons et leur préparation. Nous le remercions du zèle et du soin qu'il a apportés à ces recherches, d'une exécution difficile et pénible dans les conditions où il devait opérer. Avant son départ, M. Godfroy s'était initié, au laboratoire de l'Institut agronomique, au mode opératoire applicable aux déterminations que nous avions en vue.

Des études antérieures, faites à l'occasion des missions du cap Horn, de celles du passage de Vénus sur le Soleil, ainsi que de la création de stations expérimentales dans les pays tropicaux ou au sommet des hautes montagnes, nous avaient fait adopter pour ce genre de recherches des modes opératoires particuliers, qui permettaient de recueillir les échantillons sur les lieux et de les préparer de manière à en éviter toute modification, pour les rapporter ensuite au laboratoire, où les déterminations se faisaient avec une précision impossible à obtenir dans un campement.

---

(1) Müntz et Marcano, *Comptes rendus*, t. 108, p. 1062.

(2) Müntz et Aubin, *Comptes rendus*, t. 95, p. 919.

Voici l'énumération des échantillons prélevés par M. Godfroy, avec le dosage correspondant des composés nitrés ([1]) :

Date.	Échantillon.	Localité.	Lat. S.	Long. W.	Acide nitrique par litre.
			° ′ ″	° ′ ″	mg
28 janvier 1909...	Neige	Sous l'île Jenny	67.43.00	70.46.00	0,2
20 mars » ...	Pluie	Port-Circoncision	65.11.00	66.35.00	0,4
24 mars » ...	Pluie	»	65.11.00	66.35.00	0,2
31 mai » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,3
17 août » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,4
24 août » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,4
5 sept. » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,2
21 sept. » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,2
5 oct. » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,4
25 oct. » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,1
4 nov. » ...	Neige	»	65.11.00	66.35.00	0,1
2 déc. » ...	Neige	Port Foster (île Déception)	63.00.00	62.53.00	0,2
5 janvier 1910...	Pluie	Pendulum-Cove (île Déception)	62.55.32	62.55.22	0,2
11 janvier » ...	Neige	En mer	69.13.00	78.42.00	0,1
3 février » ...	Pluie	Baie Tuesday (extrême ouest du détroit de Magellan)	52.51.00	79.07.00	0,1

Nous avons éliminé une prise faite à bord et manifestement souillée par les gaz du foyer, pour ne conserver que celles prélevées dans des conditions irréprochables.

Si nous examinons ces résultats dans leur ensemble, nous constatons qu'ils ne sont pas sensiblement différents de ceux qu'on obtient dans les régions tempérées. La moyenne des résultats qu'ont donnés les prises rapportées par M. Godfroy conduit au chiffre de $0^{mg},225$ pour les pluies et $0^{mg},233$ pour les neiges, soit $0^{mg},23$ par litre pour l'ensemble des eaux météoriques, avec un minimum de $0^{mg},1$ et un maximum de $0^{mg},4$.

Les chiffres trouvés par Boussingault ([2]) en Alsace ont été en moyenne de :

$0^{mg},184$ d'acide nitrique par litre d'eau de pluie ;

$0^{mg},43$ d'acide nitrique par litre d'eau de neige ;

$1^{mg},03$ d'acide nitrique par litre d'eau de brouillard.

([1]) Comme l'avaient fait nos prédécesseurs, nous avons exprimé les composés azotés en acide azotique anhydre et nous avons réuni les nitrites aux nitrates.

([2]) *Agron. ch. agr. physiol.*, t. II, p. 311.

En Angleterre, pour les eaux météoriques, Lawes et Gilbert ont trouvé à Rothamsted une moyenne de $0^{mg},42$.

Au sommet du Pic du Midi, à près de 2900^{m} d'altitude, MM. Müntz et Aubin ont constaté une absence presque complète de nitrates, avec de faibles traces seulement dans de rares cas. Ils attribuent ce fait à ce que les orages se forment à quelques centaines de mètres au-dessous du sommet et à ce que les nitrates qu'ils produisent ne tendent pas à s'élever dans l'atmosphère, mais au contraire à descendre vers les régions basses, en raison de la pesanteur, car ils sont sous la forme de poussières salines.

MM Müntz et Marcano, dans la zone intertropicale, où les manifestations orageuses ont une grande intensité et une grande fréquence, ont obtenu une moyenne de $2^{mg},23$ à Caracas (Vénézuéla), à $10^{o},3$ de latitude N, c'est-à-dire des chiffres beaucoup plus élevés.

Étant donné que les nitrates trouvés dans les pluies et les neiges dans les stations d'observation de la Mission Charcot sont en quantité peu différente de ce qu'ils sont dans les régions tempérées de l'Europe, il y a lieu de se demander d'où ils proviennent. Les orages semblent être rares dans cette région. Tout au moins, pendant la durée du séjour, n'en a-t-on pas constaté un seul. Ce ne serait donc pas sur place que ces nitrates se seraient formés. Ils auraient été apportés par les vents. De fait, les bourrasques venant du Nord ont été fréquentes et violentes; ce sont ces vents, venant de régions où les manifestations électriques de l'air sont plus énergiques, qui ont dû charrier les poussières de nitrates jusqu'à ces hautes latitudes.

Quant à la corrélation que nous espérions pouvoir saisir entre l'apparition des aurores polaires et les variations de la proportion des nitrates, aucune constatation n'a pu être faite à cet égard, à cause de l'absence complète de ces phénomènes lumineux aux stations où a séjourné la Mission. Des aurores polaires cependant existent au voisinage du Pôle Sud. M. Shakleton a eu l'occasion d'en observer fréquemment.

M. **Darboux** présente à l'Académie la Préface qu'il a écrite pour le Tome I des *Procès-verbaux des séances tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835.

M. W. **Kilian**, par l'organe de M. *C. Barrois*, fait hommage à l'Académie d'un fascicule de *Lethæa geognostica*, consacré à l'*Infracrétacé*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *Gernez*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 58,

M. Branly	obtient	29	suffrages
Mme Curie	»	28	»
M. Marcel Brillouin	»	1	suffrage

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre de votants étant 58,

M. Branly	obtient.	30	suffrages
Mme Curie	»	28	»

M. **Branly**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Mécanique sociale*, par Sp.-C. Haret. (Présenté par M. Gaston Darboux.)

2° *Obras sobre Mathematica*, do Dr F. Gomes Teixeira. (Tomes II et III.)

3° *Oorsprong en samenstelling der Transvaalsche nepheliensyenieten*, door H.-A. Brouwer. (Présenté par M. A. Lacroix.)

ASTRONOMIE. — *Sur un système de synchronisation fixe ou différentielle.* Note [1] de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans les observations méridiennes modernes l'emploi des chronographes enregistreurs est devenu de plus en plus fréquent; toutefois les systèmes de

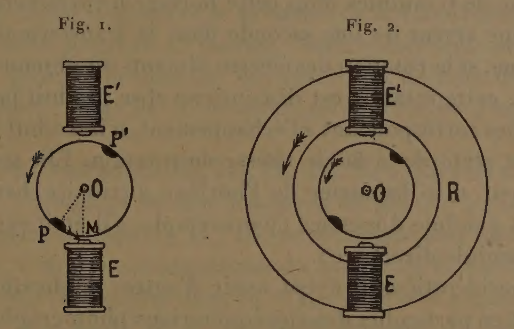
[1] Présentée dans la séance du 16 janvier 1911.

synchronisation employés pour ces appareils ne sont pas encore absolument parfaits. Dans le chronographe Gautier, employé surtout en France, la roue de synchronisation, réglée très approximativement à la vitesse de *un* tour par seconde, vient à chaque révolution buter, par un taquet qu'elle porte, contre un arrêtoir qui s'efface et se soulève périodiquement de seconde en seconde sous l'action d'un électro-aimant. Cet électro-aimant est traversé à chaque seconde par un courant de faible durée mis en action par la pendule synchronisatrice. Ce système présente quelques inconvénients : d'abord la nécessité de donner à la roue synchronisée une vitesse un peu supérieure à la vitesse de un tour par seconde, d'où la production d'un certain arrêt au moment du choc synchronisateur; ensuite la brutalité relative de ce choc entre pièces métalliques et par suite l'usure qui en résulte.

Le système suivant permet d'éviter ce double inconvénient et a d'autres avantages plus importants peut-être que nous indiquons plus loin.

Supposons la roue des secondes solidaires d'un disque R (*fig.* 1) sur lequel sont fixées perpendiculairement à son plan deux barres de fer doux P, P′, qui, dans leur rotation, viennent à chaque seconde passer devant les pôles de deux électro-aimants E, E′.

Fig. 1. Fig. 2.



Un courant venant de la pendule directrice traverse ces derniers à chaque seconde pendant un temps très court. Le disque R tournant très approximativement à la vitesse de *un* tour par seconde, les fers doux P, P′ passant au voisinage de E, E′ subissent leur attraction qui est sans effet si la vitesse est exactement réglée. Mais qu'un léger retard se manifeste, comme dans la figure 1, l'attraction des électro-aimants produit alors une impulsion accélératrice; l'impulsion serait au contraire retardatrice si la roue R avait pris de l'avance. Pour que l'impulsion accélératrice ou retardatrice soit d'autant plus grande que l'angle d'écart POM est plus grand (jusqu'à une certaine limite α de celui-ci), il faut donner aux barres de fer doux une certaine largeur angulaire sur la circonférence R, largeur qu'on peut aisément déterminer étant donné α. Deux bobines E, E′, au moins, sont nécessaires pour éviter les pressions sur l'axe.

Ce système, analogue à celui employé déjà pour la synchronisation des pendules, présente un autre avantage qui dans certains cas peut devenir très important.

Supposons que les électro-aimants, fixés sur une roue dont l'axe coïncide géométriquement avec celui de R, soient animés d'un mouvement de rotation *très lent* (*fig.* 2). Si, par exemple, ils effectuent en 24 heures *une* révolution dans le même sens que R, celle-ci fera dans les 24 heures *un* tour de plus que si les électro-aimants restaient fixes; si E, E′ font n tours en 24 heures, la roue synchronisée D en fera $(86400 + n)$; elle en ferait $(86400 - n)$ si le mouvement de E E′ était inverse. En particulier, si $n = 236,56$ et si la pendule directrice bat la *seconde moyenne*, chaque révolution de R correspond au contraire à une *seconde sidérale*.

Un tel système permettra donc la transformation de la seconde moyenne en seconde sidérale, ou inversement; une pendule de temps moyen pourra mener « sidéralement » un chronographe, ou même *synchroniser* une horloge de temps sidéral par l'intermédiaire de la roue R. Quant au mouvement d'horlogerie qui fera exécuter la rotation voulue aux électro-aimants E, E′, il peut être grossier, par exemple une horloge très ordinaire. En effet, une variation diurne de 6 minutes dans cette horloge n'entraînerait au bout de 24 heures qu'une erreur de *une* seconde dans la transformation indiquée. Enfin, le fait que, si la rotation des électro-aimants est obtenue par une horloge auxiliaire, cette rotation est discontinue et se produit par petites saccades périodiques correspondant à l'échappement, n'introduit aucune erreur appréciable, en vertu de la faible vitesse de rotation. Elle serait d'ailleurs nulle exactement si le balancier de l'horloge auxiliaire battait la même seconde que la pendule directrice (par exemple, s'il était synchronisé lui-même par la pendule directrice).

De telles considérations peuvent avoir d'autres applications. Dans les équatoriaux, et en particulier dans les équatoriaux photographiques, malgré les rappels à la disposition de l'observateur, on tire les plus grands avantages de la synchronisation des mouvements destinés à entraîner ces appareils. Or une synchronisation variable, différentielle en quelque sorte, permettrait de modifier la vitesse d'entraînement, tout en lui laissant son extrême précision, de manière à suivre exactement, en ascension droite, un astre mobile tel que planète ou comète dont le mouvement est approximativement connu. La méthode consisterait donc dans l'adjonction d'un appareil auxiliaire (qui n'aurait pas besoin d'être très précis, car ses variations n'interviennent en quelque sorte que secondairement) faisant tourner les électro-aimants E, E′. Il y aurait intérêt, pour ne pas introduire des vitesses

trop différentes du mouvement auxiliaire, à ce que l'entraînement normal (sidéral) correspondît à une certaine vitesse non nulle, par exemple à une rotation de un tour par minute pour les électro-aimants. L'appareil auxiliaire pourrait être, soit à mouvement continu avec régulateur variable, soit plus simplement une horloge très ordinaire dont on ferait varier aisément la longueur du balancier.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Premières observations sur le spectre de la nouvelle étoile du Lézard.* Note de M. **P. Idrac**, présentée par M. H. Deslandres.

Le spectre de cette étoile, découverte le 30 décembre 1910 ([1]), a été étudié et photographié à Meudon, avec une chambre prismatique fixée à l'équatorial de 8 pouces. Cette chambre, qui a déjà été employée pour les comètes Innes et Halley, comprend un miroir de 25^{cm} d'ouverture et de 75^{cm} de distance focale avec un prisme objectif d'un angle de 23° et de même ouverture.

Le mauvais temps d'abord et la présence de la Lune ensuite ont empêché toute observation jusqu'au 15 janvier. Nous eûmes seulement deux soirées découvertes, quoique brumeuses, qui permirent de faire deux poses, l'une de 10 minutes et l'autre de 45 minutes, cette dernière avec un spectre de comparaison.

Les raies de l'hydrogène H_β, H_γ, H_δ, H_ε, H_ζ apparaissent très brillantes et très larges, s'étendant sur une longueur de près de 40 angströms. Dans chacune des raies-bandes H_β, H_γ, H_δ, on distingue une raie qui se détache plus brillante, à environ 12 angströms du milieu de la bande et du côté du rouge. Cette raie doit exister dans H_ε et H_ζ, mais ne s'y distingue pas nettement à cause, sans doute, de la plus faible intensité de ces deux dernières bandes sur le cliché.

On distingue encore une très forte bande à bords flous, aussi intense que les raies de l'hydrogène, vers $\lambda = 464$. Elle s'étend sur une longueur de 50 angströms environ ([2]).

([1]) Cette étoile a été signalée par Espin, comme étant de 8e grandeur et ayant le spectre caractéristique des étoiles nouvelles. On a pu ensuite reconnaître, sur les épreuves des Observatoires d'Heidelberg et de Harvard College, que cette étoile avait la grandeur 5 en novembre dernier et la grandeur 12 à 13 dans les années antérieures.

([2]) On distingue près du bord gauche de H_γ une raie brillante vers λ 437.

Le spectre obtenu est trop linéaire pour permettre de décider s'il existe des raies sombres. On en soupçonne une cependant du côté violet de H_γ.

On sait que quelques doutes ont été émis sur le classement de cette étoile dans les variables à longue période ou dans les nouvelles. La largeur extraordinaire des raies brillantes de l'hydrogène semble favoriser plutôt cette seconde hypothèse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le système d'équations différentielles ordinaires canoniques généralisées et le problème généralisé de S. Lie.* Note [1] de M. C. **Russyan**.

Le système d'équations différentielles ordinaires canoniques généralisées est celui de $2n+1-m$ équations différentielles ordinaires correspondant au système complet d'équations linéaires partielles

$$(1)\qquad (F_i, F) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

où

$$(F_i, F) = \sum_1^n {}_k \left(\frac{\partial F_i}{\partial x_k} + p_k \frac{\partial F_i}{\partial z}\right)\frac{\partial F}{\partial p_k} - \frac{\partial F_i}{\partial p_k}\left(\frac{\partial F}{\partial x_k} + p_k \frac{\partial F}{\partial z}\right)$$

et

$$(2)\qquad (F_s, F_t) = 0 \qquad (s, t = 1, 2, \ldots, m).$$

On obtient ce système canonique (2) en égalant à zéro tous les déterminants d'ordre $m+1$ du système d'éléments

$$(a)\qquad \left|\begin{array}{cccc} \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ dx_i & \dfrac{\partial F_1}{\partial p_i} & \ldots & \dfrac{\partial F_m}{\partial p_i} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ dz & \sum_1^n {}_s\, p_s \dfrac{\partial F_1}{\partial p_s} & \ldots & \sum_1^n {}_s\, p_s \dfrac{\partial F_m}{\partial p_s} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ dp_i & -\left(\dfrac{\partial F_1}{\partial x_i} + p_i \dfrac{\partial F_1}{\partial z}\right) & \ldots & \left(\dfrac{\partial F_m}{\partial x_i} + p_i \dfrac{\partial F_m}{\partial z}\right) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{array}\right| \qquad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

Les fonctions $F_i(x, z, p)$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ étant indépendantes et en

[1] Reçue dans la séance du 16 janvier 1911.

involution, ce système canonique (2) ne contient que $2n+1-m$ équations indépendantes, complètement intégrables.

1. Les formules de la transformation de Pfaff des $2n+1-m$ des variables x, z, p, après laquelle l'expression $dz - p_1 dx_1 - \ldots - p_n dx_n$, où $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ ne contient m des nouvelles variables, par exemple, $y_1, \ldots, y_m$ que dans le multiplicateur commun $\mu(y_1, \ldots, y_{2n+1-m})$ de ses coefficients, satisfont au système canonique (2), où

$$F_i(x, z, p) = C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

dans la supposition que $y_{m+1}, \ldots, y_{2n+1-m}$ soient constantes.

On obtient l'équation différentielle pour μ en ajoutant au système (a) d'éléments encore une ligne : $d\mu, -\mu\frac{\partial F_1}{\partial z}, \ldots, -\mu\frac{\partial F_m}{\partial z}$ [1]. Si $\mu f(x, z, p) = C$ est l'intégrale déterminant μ, il est aisé de voir que

$$(f, F_i) - f\frac{\partial F_i}{\partial z} = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

Nous appellerons la fonction satisfaisant à ces dernières équations le *multiplicateur* de Pfaff du système canonique (2). L'expression la plus générale du multiplicateur de Pfaff est $f(x, z, p)\varphi(F_1, \ldots, F_{2n+1-m})$, où $F_s = C_s$ $(s = 1, 2, \ldots, 2n+1-m)$ est le système d'intégrales du système canonique (2), et φ la fonction arbitraire. Comme les fonctions (F_s, F_t) $(s, t = m+1, \ldots, 2n+1-m)$ sont ces multiplicateurs, les équations $\frac{(F_s, F_t)}{f(x, z, p)} = \Gamma_{st}$, ainsi que $(f, F_t) - f\frac{\partial F_t}{\partial z} = \Gamma_t$, sont les intégrales du système (2); c'est la généralisation du théorème connu de Poisson.

2. Parmi les équations du système canonique (2), il y a en particulier

$$dz - p_1 dx_1 - \ldots - p_n dx_n = 0. \tag{3}$$

Il peut arriver qu'un système non complet d'intégrales du système canonique (2), $F_s(x, z, p) = C_s$ $(s = 1, 2, \ldots, n+r; n \leq n+r < 2n+1-m)$, satisfasse avec une autre équation $F_{n+r+1}(x, z, p) = C_{n+r+1}$ à (3), de sorte que $\rho(dz - p_1 dx_1 - \ldots - p_n dx_n) = dF_{n+r+1} - P_1 dF_1 - \ldots - P_{n+r} dF_{n+r}$. On voit aisément que $F_{n+r+1} = C_{n+r+1}$ est de même une intégrale du système (2). Les intégrales manquantes, s'il y en a, s'obtiennent à l'aide de différentiations et d'éliminations. En effet, il suit des formules (a) de la

[1] C. Russyan, *Die Pfaffsche Methode der Integration der partiellen Differentialgleichungen I O.* Zweite Mittheilung (*Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie*, 1903).

transformation de contact généralisées (¹) en vertu des relations

$$(F_i, F_s) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m; s = 1, 2, \ldots, n + r + 1),$$

que

$$(F_i, P_{m+t}) = 0 \qquad (t = 1, 2, \ldots, n + r - m).$$

Il y a toujours parmi ces intégrales $F_s = C_s (s = 1, 2, \ldots, n + r + 1)$, $P_{m+t} = \Gamma_{m+t} (t = 1, 2, \ldots, n + r - m)$ du système canonique (2), $2n + 1 - m$ indépendantes et comme, les fonctions $F_1, \ldots, F_{n+r+1}$ étant connues, les fonctions $P_1, \ldots, P_{n+r}$, ρ s'obtiennent par des différentiations et des éliminations, le théorème énoncé est démontré. C'est la généralisation d'un théorème de S. Lie (*M. Ann.*, t. XI, p. 3). Le système d'équations des caractéristiques du système en involution $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ étant déterminé, son intégrale complète s'obtient par des éliminations.

3. On a donc la généralisation d'un autre théorème de S. Lie (*loc. cit.*, théorème I) : « Si l'on a un système de $n + r$ $(n \leq n + r < 2n + 1 - m)$ intégrales du système canonique (2) de la propriété indiquée, la détermination de l'intégrale complète du système en involution

$$F_i(x, z, p) = C_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, m)$$

n'exige que des différentiations et des éliminations ». Si, en particulier, $n + r + 1 = n + 1$, de sorte que

$$\rho(dz - p_1\,dx_1 - \ldots - p_n\,dx_n) = dF_{n+1} - P_1\,dF_1 - \ldots - P_n\,dF_n, \tag{4}$$

il s'ensuit que

$$\left\{\begin{array}{l} (F_s, F_t) = 0 \qquad (s, t = 1, 2, \ldots, n + 1), \\ (F_{n+1}, P_{m+t}) = \rho P_{m+t}, \qquad (F_s, P_{m+t}) = \left\{\begin{array}{ll} 0 & (s \neq m + t), \\ \rho & (s = m + t) \end{array}\right. \\ (s = 1, 2, \ldots, n;\ t = 1, 2, \ldots, n - m), \end{array}\right. \tag{5}$$

et inversement. Le système d'intégrales du système canonique (2), jouissant de la propriété (5), s'appelle *canonique*. On peut l'obtenir à l'aide, par exemple, du théorème généralisé de Poisson. Si, par exemple,

$$\frac{\partial(F_1, \ldots, F_m)}{\partial(p_1, \ldots, p_m)} \neq 0$$

(¹) *Comptes rendus*, 1910, nº 2. Ces formules sont la généralisation du théorème de M. W. Stekloff (*Comptes rendus*, 1909, nº 3), qui n'a été nulle part démontré par S. Lie.

et si

$$X_{m+s}(x, z, p) = x_{m+s}^0, \qquad Z(x, z, p) = z_0, \qquad P_i(x, z, p) = p_i^0$$
$$(s = 1, 2, \ldots, n-m;\ i = 1, 2, \ldots, n),$$

$\mu\rho(x, z, p) = \mu_0$ est le système principal d'intégrales du système canonique (2) relatif au point $x_1^0, \ldots, x_n^0$, de sorte que $\frac{\partial(F_1^0, \ldots, F_m^0)}{\partial(p_1^0, \ldots, p_n^0)} \neq 0$, on a, d'après le théorème mentionné,

$$(X_{m+s}, X_{m+t}) = 0, \qquad (Z, X_{m+s}) = 0, \qquad (Z, P_i) = \rho P_i,$$
$$(X_{m+s}, P_{m+t}) = \begin{cases} 0 & (s \neq t), \\ \rho & (s = t), \end{cases} \qquad (X_{m+s}, P_j) = 0$$
$$(s, t = 1, 2, \ldots, n-m;\ i = 1, 2, \ldots, n;\ j = 1, 2, \ldots, m).$$

Or

$$F_i(x, z, p) = F_i(x_1^0, \ldots, x_m^0, X_{m+1}, \ldots, P_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, m)$$

et

$$\frac{\partial(F_1, \ldots, F_m)}{\partial(P_1, \ldots, P_m)} \neq 0.$$

On peut donc substituer aux intégrales $P_j = p_j^0$ $(j = 1, 2, \ldots, m)$ celles $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ et l'on obtient le système canonique d'intégrales. En vertu de la relation (4) on déduit tous les systèmes canoniques d'intégrales de l'un d'eux à l'aide de toutes les transformations de contact qui laissent $F_1, \ldots, F_m$ invariants.

4. On peut généraliser un problème de S. Lie (*loc. cit.*, § 3) et le résoudre à l'aide du théorème généralisé de S. Lie (théorème I, *loc. cit.*), ou à l'aide de la théorie des caractéristiques.

Ce problème généralisé est :

Étant donnée une série de solutions $F_1, \ldots, F_p$ (b) *du système linéaire complet* $(F_i, F) = 0$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ *et le multiplicateur de Pfaff* $f(x, z, p)$ *correspondant, les utiliser pour l'intégration du système en involution* $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$.

Comme $\frac{(F_\alpha, F_\beta)}{f}$, $(f, F_\alpha) - f\frac{\partial F_\alpha}{\partial z}$ sont des solutions du système linéaire, on en adjoint les nouvelles solutions à la série (b) et en procédant de cette manière on parvient à la série $F_1, \ldots, F_r$ (c) telle que ce procédé ne donne aucune nouvelle solution, c'est-à-dire à un groupe. Cherchons les fonctions Ω des $F_1, \ldots, F_r$ telles que $(F_s, \Omega) = 0$ $(s = 1, 2, \ldots, r)$, $(f, \Omega) - f\frac{\partial \Omega}{\partial z} = 0$ (fonctions « distinguées » du groupe). Ce système est complet, car

$$[F_s(F_t\Omega)] - [F_t(F_s\Omega)] = -\frac{\partial F_s}{\partial z}(F_t\Omega) + \frac{\partial F_t}{\partial z}(F_s\Omega) + f(F_\alpha\Omega) + F_\alpha\left[(f\Omega) - f\frac{\partial\Omega}{\partial z}\right],$$

où

$$(F_s, F_t) = f.F_\alpha$$

et

$$\left[F_s, (f\Omega) - f\frac{\partial\Omega}{\partial z}\right] - [f_s(F_s\Omega)] + f\frac{\partial}{\partial z}(F_s\Omega) = (\Omega F_\beta) + \frac{\partial f}{\partial z}(\Omega F_s),$$

où

$$F_\beta = (fF_s) - f\frac{\partial F_s}{\partial z}.$$

Le nombre des fonctions distinguées est égal à $r+1-q$, où q est le plus haut degré des déterminants différents de zéro du système d'éléments [1],

$$\left|\begin{matrix} \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots \\ (F_{m+i}, F_{m+1}) & \cdots & (F_{m+1}, F_r) \\ \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots \\ (fF_{m+1}) - f\dfrac{\partial F_{m+1}}{\partial z} & \cdots & (fF_r) - f\dfrac{\partial F_r}{\partial z} \end{matrix}\right| \qquad (i = 1, 2, \ldots, r-m).$$

Dès ce moment, le procédé pour utiliser ces fonctions et achever l'intégration du système en involution $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ est tout à fait analogue de celui de S. Lie pour le cas $\dfrac{\partial F_i}{\partial z} = 0$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ (*loc. cit.* § 3). Ayant trouvé enfin le système de caractéristiques du système final en involution

$$(6) \qquad F_i = C_i, \qquad \Omega_{m+s} = \Gamma_{m+s} \qquad (i = 1, 2, \ldots, m;\ s = 1, 2, \ldots, k-m),$$

on trouve l'intégrale complète du système $F_i(x, z, p) = C_i$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$, sans nouvelles intégrations ou à l'aide du théorème généralisé de S. Lie, ou en déterminant directement l'intégrale complète du système (6) qui est en même temps celle du système en involution donnée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les dérivées des fonctions des lignes planes.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

La variation d'une fonction de lignes peut, dans des cas étendus, se représenter par une intégrale de la forme

$$(1) \qquad \delta\varphi = \int_C P(s)\,\delta n\,ds.$$

Il n'en est pas de même de celle de $P(s)$, qui sera en général de la forme

$$(2) \qquad \delta P(s) = \int_C R(s, s_1)\,\delta n_1\,ds_1 + A_0(s)\,\delta n + A_1(s)\,\delta n' + \ldots + A_p(s)\,\delta n^{(p)}.$$

---

[1] Il y a deux cas selon que q est pair ou impair (voir S. Lie, *loc. cit.*, p. 487, théorème IV).

Les fonctions A sont liées par des relations ([1]), d'où il résulte que p doit être pair; *l'ordre de continuité de la fonction P est donc pair.* Les fonctions $A_0, A_2, \ldots, A_p$ peuvent être choisies arbitrairement, et les relations en question déterminent $A_1, A_3, \ldots, A_{p-1}$.

Du fait que p soit pair résulte une condition nécessaire d'intégrabilité des équations intégro-différentielles du premier ordre. Supposons que l'angle θ que fait avec une droite fixe la tangente en M à la courbe c figure dans une telle équation, ainsi que ses dérivées par rapport à l'arc s. Quelles que soient les quantités qui interviennent d'autre part dans cette équation, les valeurs des coefficients A qu'on en déduit ne dépendent que de la manière dont y figurent θ et ses dérivées. On voit alors aisément que, *pour que l'équation considérée soit complètement intégrable, il faut qu'elle contienne les dérivées de θ jusqu'à un ordre impair.* En particulier, si elle contient effectivement θ, elle doit contenir aussi sa dérivée première, c'est-à-dire la courbure.

Considérons l'équation

$$\delta\varphi_B^A = \int \frac{d}{dn}\varphi_M^A \frac{d}{dn}\varphi_B^M \,\delta n\, ds$$

que vérifie la fonction de Green g_B^A. Elle contient des dérivées prises normalement au contour qui dépendent de θ, et ne contient pas la courbure; elle n'est donc pas intégrable ([2]). Si l'on cherche les solutions de cette équation qui soient des fonctions analytiques et régulières des points A et B, on trouve d'une part des fonctions d'un des deux points, indépendantes de l'autre et du contour, d'autre part des fonctions de $x+iy$ et de x_1-iy_1, x, y, x_1, y_1 étant les coordonnées rectangulaires de A et B. Si l'on cherche les solutions de la forme $g_B^A + \varphi_B^A$, φ_B^A étant analytique et régulière, on trouve que la dérivée de φ prise le long du contour, lorsque l'un quelconque des points A et B vient sur le contour, doit être nulle ; à cette restriction près, on peut choisir arbitrairement les valeurs de φ pour un contour particulier.

L'équation aux variations de la fonction de Neumann γ_B^A n'est pas non plus intégrable, bien qu'elle contienne la courbure. Comme solutions régulières on trouve $\frac{k+S}{L^2}$; S, L, k désignant l'aire intérieure au contour,

---

([1]) J. Hadamard, *Sur les dérivées des fonctions de lignes* (*Bull. de la Soc. math.*, 1902). Le résultat obtenu ici diffère de celui de M. Hadamard à cause de la signification différente des dérivées.

([2]) Une erreur de calcul m'avait fait énoncer antérieurement sur les fonctions de Green et de Neumann quelques résultats inexacts qui sont rectifiés ici (*Comptes rendus*, 1er août et 28 novembre 1910).

sa longueur, et une constante arbitraire indépendante des points A et B et du contour. En cherchant les solutions de la forme $\gamma_B^A + \varphi_B^A$, on trouve pour φ des fonctions *harmoniques* de A et B dont la dérivée normale est nulle sur le contour.

Supposons maintenant dans la formule (2) que $p = 0$; supposons de même que R ait une continuité d'ordre zéro, ainsi que toutes les fonctions analogues qui s'introduiraient successivement de la même manière. Il ne peut pas en être de même de A_0, qui a nécessairement une continuité d'ordre 1, le coefficient de $\delta n'$ dans sa variation étant $-\frac{dP}{ds}$. D'une manière générale, toutes les fonctions qui s'introduiront pourront être représentées par la notation

$$\frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_h}\varphi}{\partial n_1^{\alpha_1-1}\,\partial\sigma_1\,\partial n_2^{\alpha_2-1}\,\partial\sigma_2\ldots\partial n_h^{\alpha_h-1}\,\partial\sigma_h} = \varphi_{\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_h}(s_1, s_2, \ldots, s_h)$$

et l'on aura

$$\delta\varphi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_h} = \int \varphi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_h,1}\,\delta n_{h+1}\,ds_{h+1} + \sum \varphi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{i-1},\alpha_i+1,\alpha_{i+1},\ldots,\alpha_h}\,\delta n_i - \sum(\alpha_i - 1)\frac{d}{ds_i}\varphi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{i-1},\alpha_i-1,\alpha_{i+1},\ldots,\alpha_h}\,\delta n'_i.$$

Si l'on calcule à l'aide de cette formule les variations successives de φ, les quantités $\delta n'$, $\delta n''$, ..., qui s'introduisent dans les calculs disparaîtront du résultat, ce qui n'a pas lieu pour les autres fonctions de lignes. Comme exemple de telles fonctions, citons toutes les solutions d'équations intégro-différentielles du premier ordre, intégrables ou non, dans lesquelles ne figure pas θ et ses dérivées; la forme de ces équations peut dépendre du contour, à condition que les fonctions de lignes qui définissent cette dépendance soient elles-mêmes de l'espèce considérée.

MÉCANIQUE. — *Sur la réaction dynamique d'un jet liquide.* Note [1] de M. U. Cisotti, présentée par M. Émile Picard.

Dans mon Mémoire *Vene fluenti* [2], j'ai donné l'intégrale générale des jets liquides parallèles à un plan fixe, en appliquant la méthode de M. Levi-Cività [3].

---

[1] Présentée dans la séance du 16 janvier 1911.

[2] *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXV, 1908, p. 145-179.

[3] *Scie e leggi di resistenza* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIII, 1907, p. 1-37).

Je me placerai ici dans les mêmes conditions.

1. Soient : ρ la densité (constante) du liquide ; p la pression hydrodynamique ; p_0 la pression hydrostatique ; V la valeur absolue de la vitesse dans un point quelconque ; α l'angle formé avec la direction du jet par la direction (asymptotique) des filets liquides en amont de l'orifice ; soient : $V = v_1$ leur vitesse (également asymptotique), et Ω_1 la section correspondante du vase ; soient encore $V = v_2$ et Ω_2 les éléments analogues du jet à une distance suffisamment grande de l'orifice.

Le débit étant le même en amont et en aval, on a évidemment

$$\Omega_1 v_1 = \Omega_2 v_2.$$

Soient enfin : $d\varpi$ un élément de paroi ϖ ; $\mathbf{n}$ la normale (vecteur unitaire) à $d\varpi$ dirigée vers l'extérieur du vase.

Désignons par $\mathbf{R}$ (vecteur) l'action dynamique : différence entre la résultante des forces effectivement exercées sur le vase, et celle qu'on aurait *cæteris paribus* dans le cas statique. On a

$$\mathbf{R} = \int_\varpi (p - p_0)\mathbf{n}\, d\varpi.$$

D'autre part, les forces de masse étant nulles, les équations de l'Hydrodynamique donnent

$$p - p_0 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - V^2),$$

ou bien, si l'on pose

$$V = v_2 V^*,$$

$$p - p_0 = \frac{1}{2}\rho v_2^2(1 - V^{*2}).$$

Nous aurons par suite

$$\mathbf{R} = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \int_\varpi (1 - V^{*2})\mathbf{n}\, d\varpi;$$

d'où (en prenant la direction du jet pour axe des abscisses, et en posant $z = x + iy$)

$$\mathcal{R} = R_x + iR_y = -\frac{1}{2}\rho v_2^2 i \int_\varpi (1 - V^{*2})\, dz.$$

Un artifice dont s'est déjà servi M. Levi-Cività [1] permet d'exprimer

---

[1] *Loc. cit.*, p. 20-21.

l'intégrale du second membre par une intégrale d'une fonction d'une variable complexe auxiliaire, étendue à un contour fermé. Il en résulte

$$\mathcal{R} = R_x + iR_y = \frac{1}{2}\rho\Omega_2 v_2^2 (He^{i\alpha} - 2),$$

ayant posé

$$H = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} + \frac{\Omega_2}{\Omega_1},$$

d'où

$$H \geq 2.$$

On voit notamment que *la réaction dynamique du jet liquide ne dépend pas de la forme du vase dans le voisinage de l'orifice*, ce qui s'accorde avec une opinion couramment adoptée dans la pratique.

Dans le cas particulièrement intéressant, où la direction du jet serait en continuation de l'axe du vase, on a $\alpha = 0$, et par conséquent

$$R_x = \frac{1}{2}\rho\Omega_2 v_2^2 (H - 2), \qquad R_y = 0,$$

c'est-à-dire que *la réaction du jet liquide est entièrement supportée par le fond du vase* [1].

2. Ces résultats supposent théoriquement qu'aucune action extérieure ne s'exerce sur le liquide en mouvement. Mais il est loisible de les appliquer aussi, avec une approximation suffisante, à des problèmes où interviennent des forces conservatives.

C'est ce qui arrive, par exemple, si l'on a affaire à un liquide pesant, s'écoulant d'un petit orifice percé dans la paroi d'un vase, dès qu'on remplace la section asymptotique Ω_2 du jet (théoriquement à distance infinie de l'orifice) par la section contractée de la veine, tout près de l'orifice [2], et la vitesse v_2 par $\sqrt{2gh}$ (h étant la distance de cette section à la surface libre, et g l'accélération de gravité).

Supposons, en particulier, que l'orifice soit percé en paroi verticale.

---

[1] M. Colonetti, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement [*Sul moto di un liquido in un canale* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*)], a donné, suivant la même méthode, une expression remarquable de l'action dynamique qu'un courant, s'écoulant entre une paroi fixe et du liquide en repos, exerce sur ladite paroi.

[2] Voir Levi-Civita, *Sulla contrazione delle vene liquide* (*Atti del R. Istituto Veneto di Science, Lettere ed Arti*, t. LXIV, 1905, p. 1471).

Alors étant

$$\alpha = \frac{\pi}{2}, \qquad \Omega_2 = \mathfrak{C}\Omega$$

($\mathfrak{C}$ coefficient de contraction de la veine, Ω largeur de l'orifice), on pourra écrire

$$\mathcal{R} = \rho g \mathfrak{C} \Omega h(-2 + i\mathrm{H}).$$

La *réaction dynamique horizontale* est donc

$$\mathrm{R}_x = -2\rho g \mathfrak{C} \Omega h \quad (^1);$$

elle est dirigée dans le sens opposé au jet, comme il était à prévoir.

PHYSIQUE. — *Sur les modifications magnétiques des bandes de phosphorescence et d'absorption du rubis et sur une question fondamentale de magnéto-optique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note précédente (²), les modifications magnétiques des bandes du rubis ont été étudiées, pour le cas où l'axe optique, le champ magnétique et le faisceau lumineux sont parallèles. MM. H. du Bois et Elias, dans un important Mémoire (³), ont décrit en détail tous les autres cas, et je n'aurais pas à revenir sur les propriétés magnéto-optiques du rubis, si mes observations confirmaient tous les résultats publiés par ces physiciens : il se trouve, au contraire, que sur une question fondamentale, mes expériences sont en complet désaccord avec celles de MM. du Bois et Elias.

Cette question est la suivante : les positions et les intensités des composantes magnétiques d'une même raie ou bande (émission ou absorption) sont-elles les mêmes dans l'observation longitudinale et dans l'observation transversale ?

MM. du Bois et Elias indiquent que, pour les cristaux uniaxes (deux spectres principaux), il se présente *neuf cas principaux différents*, suivant les

(¹) Zeuner donne pour $-\mathrm{R}_x$ l'expression $\frac{2\rho g \Omega h}{1+\zeta_2}$, ζ_2 étant le coefficient de résistance pour l'orifice de sortie. [*Voir* Zeuner, *Théorie des turbines* (traduit de l'allemand par Kreitmann); Paris, Dunod, 1905, p. 106.] Notre résultat se trouve donc en harmonie avec la formule technique.

(²) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 27 décembre 1910.

(³) *Annalen der Physik*, t. XXVII, 1908, p. 233.

orientations relatives de l'axe optique, des lignes de force du champ magnétique et du faisceau lumineux. D'après cela, les auteurs donnent pour divers cristaux, et en particulier pour le rubis, neuf descriptions toutes différentes les unes des autres.

Or, dans mes recherches antérieures, j'avais déjà montré qu'il y a bien, à première vue, neuf cas à envisager, mais j'avais indiqué aussi que *ces neuf cas ne donnent pas tous des effets différents et se réduisent en réalité à cinq cas distincts.* La raison de ce fait est la suivante : la décomposition magnétique dépend, d'une part de celui des spectres principaux qu'on considère et de l'orientation de la vibration par rapport aux lignes de force, d'autre part de l'orientation du cristal dans le champ magnétique, *mais elle est la même pour un faisceau normal et pour un faisceau parallèle au champ.* En d'autres termes, il n'y a pas de différence entre l'observation longitudinale et l'observation transversale, lorsque le cristal est orienté de la même manière dans un même champ magnétique et qu'il s'agit d'une vibration lumineuse orientée de la même façon par rapport au cristal et par rapport au champ.

Voici alors les cinq cas principaux qui se présentent pour les cristaux uniaxes :

Axe optique parallèle au champ (deux cas) : vibration (de Fresnel) ordinaire normale au champ; vibration extraordinaire parallèle au champ.

Axe optique normal au champ (trois cas) : vibration ordinaire parallèle au champ; vibration ordinaire normale au champ; vibration extraordinaire normale au champ.

Pour les corps isotropes, tels que les vapeurs, M. A. Dufour (¹) a montré, dans un travail d'une précision remarquable, que les positions et les dissymétries des composantes observées transversalement (vibrations de Fresnel normales au champ) se retrouvent exactement dans l'effet Zeeman longitudinal (²).

Cependant, dans le Mémoire de MM. du Bois et Elias, voici, entre autres, deux cas qui, d'après ce qui précède, devraient être identiques, et pour les-

(¹) A. Dufour, *Le Radium*, t. VI, 1909, p. 298.

(²) M. W. Voigt, il est vrai, a établi théoriquement que, dans l'effet transversal, il doit se produire une dissymétrie qui ne se retrouve pas dans l'effet longitudinal : mais cette dissymétrie très faible ne pourrait être mise en évidence que dans des cas exceptionnels (raies très fines et très intenses) et n'a pas encore été observée d'une façon certaine.

quels les résultats, obtenus avec une même intensité du champ magnétique, ne sont pas les mêmes :

Axe optique parallèle au champ, vibration ordinaire normale au champ : 1° observation longitudinale; 2° observation transversale.

Les chiffres indiquant les écarts des composantes des bandes du rubis (à − 190°) sont notablement différents, et même les dissymétries de positions sont en des sens opposés pour la bande $693^{\mu\mu},2$.

Je cite encore les cas suivants :

Axe normal au champ, vibration ordinaire normale au champ : 1° observation longitudinale; 2° observation transversale.

Pour la bande $691^{\mu\mu},8$, les auteurs indiquent, dans l'observation longitudinale, un quadruplet beaucoup plus dissymétrique que dans l'observation transversale.

Ayant remarqué ces résultats, j'ai observé les modifications des bandes du rubis avec diverses lames de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur, très habilement taillées par M. Ivan Werlein, les unes parallèlement, les autres normalement à l'axe optique. Pour comparer les observations, on tourne l'électro-aimant de 90° sans changer les pôles; on remplace une lame parallèle à l'axe par une lame normale (ou inversement), et, comme ces lames sont petites, on peut toujours les placer au même endroit à égale distance des pôles et dans l'axe du centre de ces pôles; on obtient ainsi le même champ dans les deux observations. On oriente alors la lame de façon que l'axe optique se trouve, suivant le cas envisagé, soit parallèle, soit normal aux lignes de force.

Si les réglages sont exacts, *on n'observe aucune différence entre l'effet longitudinal et l'effet transversal.*

Les anomalies obtenues proviennent d'un défaut d'orientation des cristaux; pour s'en convaincre, il suffit de tourner la lame cristalline dans le champ magnétique : on voit les composantes changer de position et d'intensité et l'on retrouve, pour certaines positions *obliques* du cristal, les descriptions données par MM. du Bois et Elias.

Il reste à ajouter quelques remarques. J'ai montré précédemment que si une bande occupe sensiblement la même place dans deux spectres principaux, les écarts des composantes sont, en général, peu différents pour les deux vibrations principales situées dans un même plan normal aux lignes de force. Ce résultat se rapportait à des doublets; il s'étend aux quadru-

plets des bandes du rubis. Pour la bande $691^{\mu\mu},8$ il se produit en outre un effet intéressant, observé par MM. du Bois et Elias : les dissymétries d'intensités, très considérables, sont complémentaires, les composantes les plus intenses de l'un des spectres correspondant aux composantes les plus faibles de l'autre spectre.

Les bandes d'absorption et les bandes de phosphorescence occupant les mêmes places se comportent toujours de la même manière.

Les rubis naturels et les rubis reconstitués donnent les mêmes effets; ils ne diffèrent en rien au point de vue optique, et l'identité se poursuit jusque dans les moindres détails des décompositions magnétiques.

PHYSIQUE. — *Sur des expériences de télégraphie sans fil en aéroplane.* Note de M. A. **Senouque**, présentée par M. Lippmann.

Pour que les aéroplanes puissent rendre les services que l'on est en droit d'en attendre dans les reconnaissances militaires, il est indispensable que l'observateur qui accompagne le pilote soit en communication constante avec un poste à terre. Le moyen le plus satisfaisant d'assurer cette communication semble être d'avoir recours à la télégraphie sans fil. J'ai donc entrepris des expériences pour déterminer les meilleures conditions d'émission des signaux hertziens en aéroplane.

Ces expériences sont poursuivies depuis la fin d'octobre 1910 à l'aérodrome de Buc, à bord d'un aéroplane de M. Maurice Farman.

Dans une première série d'expériences, on a employé une bobine de 10^{cm} d'étincelles, alimentée par le courant de quatre accumulateurs. L'un des pôles de l'éclateur était relié aux tendeurs en acier et à toute la masse métallique de l'aéroplane, tandis que l'autre pôle était en communication avec une antenne soigneusement isolée. Cette antenne se composait de deux fils de cuivre de $0^{mm},4$ de diamètre de 50^{m} de longueur qui pendaient parallèlement l'un à l'autre à l'arrière de l'appareil. Pendant le vol, ces fils se relevaient jusqu'à devenir presque horizontaux. Le poids total de l'appareil était d'environ 20^{kg}. Dans ses expériences, M. M. Farman n'emmenait pas de passager et actionnait lui-même le manipulateur. Les ondes étaient reçues dans le hangar de l'aérodrome à l'aide d'un détecteur électrolytique Ferrié relié à une antenne horizontale de 200^{m} de longueur portée par des poteaux de 8^{m} de hauteur.

Dans toutes ces expériences, l'aéroplane s'est éloigné à une distance de 12^{km} du hangar et les signaux ont toujours été très nettement perçus.

Afin d'augmenter la portée des communications, de nouvelles expériences

sont commencées avec une bobine de 20^{cm} d'étincelles et les antennes de 100^m de longueur. Un passager accompagne M. M. Farman et actionne le manipulateur.

En résumé, l'envoi de signaux, par la télégraphie sans fil en aéroplane, n'offre aucune difficulté et demande seulement l'emploi d'instruments robustes qui ne se dérèglent pas sous l'action des trépidations du moteur, et assez légers et peu encombrants pour ne pas charger outre mesure l'aéroplane.

PHYSIQUE. — *Sur la rationalité des rapports des moments magnétiques des atomes et un nouveau constituant universel de la matière.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note précédente j'ai montré que les constantes de Curie, telles qu'elles sont fournies par la mesure des coefficients d'aimantation aux températures élevées avec l'aide de la théorie du champ moléculaire, donnent pour le moment magnétique de la molécule de magnétite des valeurs qui sont entre elles comme 4:5:6:8:10.

Ce résultat peut être généralisé en remarquant que la théorie des gaz paramagnétiques de Langevin peut se transposer sans changement aux corps paramagnétiques dissous. Le problème de dynamique statistique n'est pas modifié par la présence des molécules du dissolvant. En appelant :

σ_m le moment magnétique de la molécule-gramme au zéro absolu où le parallélisme des aimants élémentaires n'est pas troublé par l'agitation thermique;

R la constante de l'équation caractéristique des gaz parfaits, rapportée à la molécule-gramme;

C_m la constante de Curie moléculaire;

on a

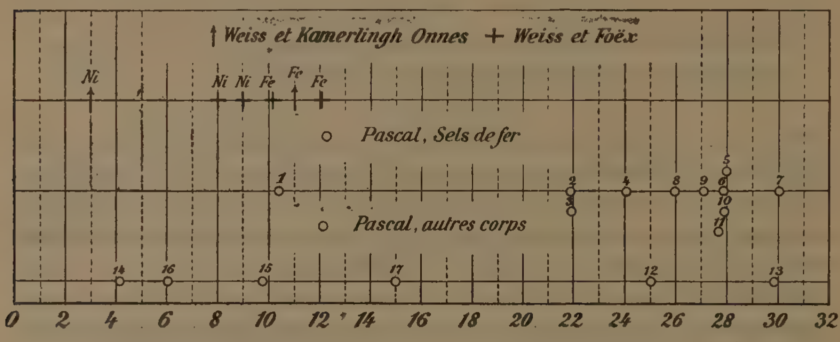
$$\sigma_m^2 = 3RC_m \quad (R = 83,155.10^6 \text{ ergs par degré}).$$

La molécule est, dans cette théorie, la quantité de matière qui possède deux degrés de liberté de rotation. Elle est, pour presque tous les corps mentionnés dans cette Note, l'atome lui-même.

Les valeurs ainsi calculées pour l'aimantation à saturation spécifique absolue des métaux dans les solutions sont en général notablement plus

grandes que celles qui sont mesurées sur les métaux eux-mêmes, mais du même ordre de grandeur.

Ces aimantations à saturation d'origines diverses ont été portées dans le graphique ci-joint. Il contient les moments des atomes-gramme mesurés sur le fer et le nickel à la température de l'hydrogène liquide (Weiss et Kamerlingh Onnes), ceux qui résultent de mesures du coefficient d'aimantation au-dessus du point de Curie (inédites, Weiss et Foëx) et ceux qui ont été calculés à partir des coefficients d'aimantation des solutions, déterminés avec grande précision par M. P. Pascal sur des substances de types chimiques très divers.



1. Ferricyanure de potasium.
2. Pyrophosphate de fer et d'ammonium.
3. Citrate de fer et d'ammonium.
4. Ferripyrophosphate de sodium.
5. Ferrimétaphosphate de sodium.
6. Chlorure ferrique.
7. Sulfate ferrique.
8. Ferrométaphosphate de potassium.
9. Ferrooxalate de sodium.
10. Ferropyrophosphate de sodium.
11. Sulfate ferreux.
12. Chlorure de cobalt.
13. Sulfate de manganèse.
14. Permanganate de potassium.
15. Sulfate de cuivre.
16. Sulfate de cuivre ammoniacal.
17. Sulfate uraneux.

Toutes ces déterminations ont visiblement une partie aliquote commune. — L'équidistance des points 2, 4, 8, 6, 7, provenant de divers composés du fer, est particulièrement frappante.

La détermination la plus exacte de cette partie aliquote m des moments de l'atome-gramme s'obtient à partir des mesures sur les métaux à la température de l'hydrogène liquide :

Fer...............................	12360 : 11 = 1123,6
Nickel............................	3370 : 3 = 1123,3
Moyenne...............	1123,5

C'est avec cette unité que les moments des atomes-gramme sont mesurés dans le graphique.

Le nombre d'atomes dans l'atome-gramme est $N = 70,5 \times 10^{22}$ (Perrin). Le quotient $m:N = 15,94 \times 10^{-22}$ est le moment de l'aimant élémentaire lui-même, correspondant à la partie aliquote des moments des atomes-gramme. Je l'appellerai *magnéton*.

Le magnéton entre dans la constitution des atomes de fer, de nickel, de cobalt, de cuivre, de manganèse et d'uranium. Des expériences de du Bois, Liebknecht et Wills, de Stephan Meyer, d'Urbain, qui, calculées de la même manière, sont aussi démonstratives que celles que nous avons utilisées ici, montrent qu'il entre encore dans celle d'un certain nombre d'autres corps simples et notamment dans les métaux des terres rares.

Le magnéton est donc un constituant universel de la matière.

PHYSIQUE. — *L'anomalie de dilatation des aciers au nickel.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. J. Violle.

Les études que j'ai poursuivies depuis 14 ans ont fait mieux connaître le détail des anomalies présentées par les aciers au nickel, et dont mes précédentes Notes (¹) n'avaient pu donner que les traits généraux. Ces études ont eu pour but soit une recherche théorique, soit la solution de l'un des nombreux problèmes pratiques liés à l'existence de ces singuliers alliages. Les investigations ont porté sur plus de trois cents échantillons, qui, comme les premiers, ont été préparés et analysés avec une inépuisable obligeance par les aciéries d'Imphy de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville.

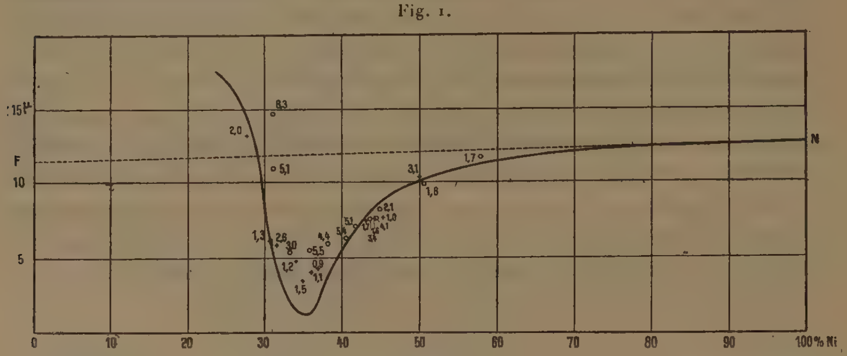
Le nombre considérable de déterminations effectuées a permis de libérer des erreurs expérimentales, et notamment de celles des analyses, la courbe des dilatabilités en fonction des teneurs. Cette courbe (*fig.* 1), limitée aux alliages réversibles, condense cet ensemble de résultats.

Ceux-ci sont rapportés à la température de 20°, dont le choix est dicté par le fait qu'elle se trouve à peu près au milieu de l'intervalle dans lequel j'ai opéré; et, conformément au calcul des probabilités, elle représente la valeur la plus certaine des dilatabilités vraies données par la formule quadratique résumant les résultats des mesures. La droite FN, qui relie la

(¹) *Comptes rendus*, t. **124**, 1897, p. 176, 752, 1515; t. **125**, 1897, p. 235; t. **126**, 1898, p. 738; t. **129**, 1899, p. 155; t. **132**, 1901, p. 1105; t. **134**, 1902, p. 538.

dilatabilité du fer et celle du nickel à la même température, et qui représente les résultats auxquels conduirait la règle des mélanges, montre bien l'intensité de l'anomalie.

Fig. 1.



Dilatabilités vraies à 20° des aciers au nickel en fonction de la teneur. Courbe : alliages normaux ; o, alliages à forte teneur en manganèse ; +, alliages chromés.

La courbe se rapporte non à des alliages purs de fer et de nickel, que leur faible cohésion rend inutilisables, mais à des alliages contenant de petites additions de manganèse, de silicium et de carbone, environ 1 pour 100 au total. La teneur en manganèse, qui constitue la plus indispensable des additions, oscillait autour de 0,5 pour 100. Les alliages ainsi définis sont considérés comme normaux.

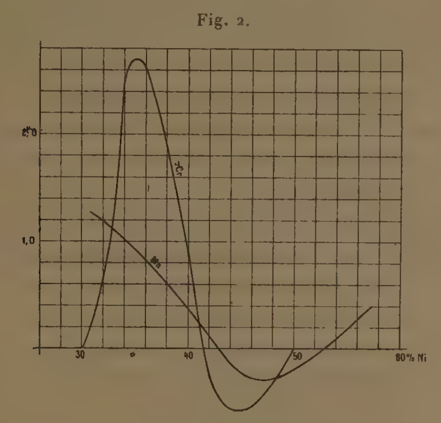
Les traitements mécaniques ou thermiques influent sur la dilatation des alliages ; j'ajouterai donc qu'il s'agit ici d'échantillons forgés à chaud et refroidis à l'air.

Rôle du manganèse. — Les cercles du diagramme marquent les dilatabilités d'alliages possédant une teneur en manganèse anormalement élevée, inscrite à côté de chaque point. Les alliages à 31 pour 100 Ni et à 5,1 et 8,3 Mn montrent que, jusqu'à cette dernière teneur, l'action spécifique est à peine atténuée. On peut donc admettre, avec une approximation suffisante, la proportionnalité pour les faibles teneurs, et déduire, des résultats expérimentaux, l'action d'une addition de 1 pour 100 de manganèse. La courbe Mn (*fig.* 2) représente les valeurs de ce *coefficient de manganèse* en fonction de la teneur en nickel.

La théorie de l'action révélée par cette courbe est complexe ; on peut toutefois la caractériser approximativement en disant que le manganèse reporte vers la droite la courbe (*fig.* 1), tout en l'élevant un peu. Le manganèse remplacerait donc du fer dans les alliages ; mais, comme il ne subit

aucune des transformations grâce auxquelles le fer commande la nature de l'anomalie, celle-ci se trouve forcément atténuée.

Fig. 2.



Action, sur la dilatabilité des aciers au nickel, d'une addition de manganèse ou de chrome égale à 1 pour 100.

Rôle du chrome. — Les croix du diagramme (*fig.* 1) correspondent aux alliages chromés; on en tire la courbe Cr (*fig.* 2) des *coefficients de chrome*. Les additions de chrome étant faibles, cette courbe n'est qu'approximative; on n'a pas jugé que les données expérimentales permissent de la prolonger au-dessous de 31 pour 100 Ni. D'ailleurs, à des teneurs peu inférieures, l'action du chrome devient complexe, en raison du voisinage des alliages irréversibles, dont le chrome abaisse beaucoup la température de transformation, en étendant le domaine des alliages réversibles; c'est, d'ailleurs, grâce à de semblables additions que la courbe des alliages normaux a pu être prolongée jusqu'à des teneurs en nickel inférieures à 25 pour 100 environ. La nature des phénomènes dans cette région est trop complexe pour être exposée dans le cadre d'une Note.

PHYSIQUE. — *Sur le potentiel de décharge dans le champ magnétique.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Villard.

I. Dans deux Notes récentes [1], M. Gouy donne les résultats de ses recherches sur le potentiel de décharge dans le champ magnétique. Il

---

[1] Gouy, *Comptes rendus*, 20 juin et 5 décembre 1910.

distingue deux cas : 1° il y a des lignes de force magnétique joignant deux cathodes (en désignant sous ce nom toute surface portant une charge négative, et se rappelant que la paroi de verre de l'ampoule peut jouer le rôle de cathode secondaire). Il y a alors *abaissement* constant du potentiel explosif. C'est ce que M. Gouy appelle l'*action intercathodique;* 2° le tube est disposé de manière à éviter l'action intercathodique. En ce cas, le champ magnétique multiplie le potentiel disruptif par un facteur *qui peut être supérieur ou inférieur à l'unité*, et qui varie en sens inverse de la longueur du faisceau magnéto-cathodique.

Dans un précédent travail [1], j'ai, de mon côté, publié quelques résultats sur le même sujet. J'ai utilisé des tubes à anode cylindrique et à cathodes placées suivant l'axe du cylindre, réalisant ainsi un champ électrique cylindrique; le champ magnétique est parallèle à l'axe du cylindre [2]. L'intérêt de cette disposition est qu'elle permet le calcul de la trajectoire des électrons, et par conséquent la comparaison de l'expérience avec la théorie ordinairement admise des phénomènes de décharge disruptive. J'ai montré que, dans ces conditions, la théorie se trouve qualitativement et quantitativement vérifiée, sans qu'il soit nécessaire de faire appel à l'action intercathodique de M. Gouy, J'ai signalé en particulier l'existence du champ magnétique optimum exigé par la théorie, et que M. Gouy n'a jamais rencontré avec les formes de tubes à action intercathodique dont il s'est servi.

II. M. Gouy a fait à mes expériences quelques objections, attribuant à la formation de cathodes secondaires mon observation relative au champ magnétique optimum. Pour lever ces objections et éprouver en même temps la généralité de la règle de M. Gouy, relative à l'action intercathodique, j'ai réalisé quelques expériences nouvelles dont je résume ici les résultats.

1° J'ai utilisé un tube à anode cylindrique *entièrement fermée aux extrémités*, contenant une cathode filiforme disposée suivant l'axe du cylindre et soutenue vers une extrémité par un fil qui traverse le cylindre anodique par une petite ouverture. Si le champ magnétique est parallèle à l'axe du cylindre, on évite entièrement l'action intercathodique et la formation des cathodes secondaires, tout en conservant la disposition relative des deux champs électrique et magnétique pour laquelle le calcul théorique est applicable. L'objection de M. Gouy ne saurait donc s'appliquer à ce

(1) E. Bloch, *Comptes rendus*, 7 novembre 1910.

(2) Ces tubes, que je croyais analogues aux premiers tubes de M. Gouy, en différaient en réalité assez notablement.

tube. Or les phénomènes qu'il présente sont, de tous points, semblables à ceux que j'ai signalés précédemment avec les tubes à cylindre anodique ouvert et à une ou deux cathodes : avec un champ magnétique modéré on retrouve le phénomène de M. Gouy et la position privilégiée; avec un champ plus fort, on peut observer le phénomène inverse. Il y a donc, ici encore, un champ magnétique optimum, en conformité avec la théorie classique.

2° On prend pour anode un anneau circulaire et l'on place dans le plan de l'anneau et au voisinage du centre les deux extrémités d'un fil de platine recourbé et entouré de verre sauf aux deux bouts. Ce fil de platine sert de cathode, et, grâce à la disposition indiquée, on réalise deux cathodes à peu près ponctuelles placées dans le plan du cercle anodique et près du centre. Le champ magnétique est orienté parallèlement au plan du cercle et au diamètre qui contient les deux cathodes; on se place donc à dessein dans le cas où l'action intercathodique doit être très marquée. Or, si les conditions expérimentales sont convenables, on constate *une élévation du potentiel de décharge dans le champ magnétique*. Par exemple, un champ magnétique de 1400 gauss environ *éteint* la décharge qui passait sous 645 volts. Cette expérience montre que *la règle de l'action intercathodique n'est pas toujours applicable*. J'ajoute que l'ensemble des phénomènes observés avec le tube précédent, ainsi que ceux qu'on observe avec un tube analogue mais à une seule cathode ponctuelle placée au centre du cercle anodique, est en complet accord avec la théorie classique.

3° Utilisant le tube à anode cylindrique et à cathode axiale dont j'ai parlé dans mon précédent travail, j'ai construit la courbe de variation du potentiel explosif en fonction du champ magnétique, ce dernier étant en position privilégiée, c'est-à-dire parallèle à la cathode. Cette courbe est exactement semblable à celle qu'on obtient, en l'absence de champ magnétique, avec un tube à électrodes mobiles, si l'on écarte progressivement les électrodes. Elle passe par un minimum pour lequel l'ordonnée de la courbe est de 340 volts environ, c'est-à-dire égal au potentiel minimum dans l'air. Ce résultat confirme et précise ce que j'ai dit sur l'existence du champ magnétique optimum. Il est encore en accord complet avec la théorie.

En résumé (¹), la théorie moderne de la décharge disruptive paraît, dans les cas malheureusement trop peu nombreux où les calculs sont possibles, en accord complet avec les faits observés. Au contraire, la règle de l'action intercathodique de M. Gouy semble, au moins dans certains cas, se trouver en défaut. Peut-être conviendrait-il donc pour l'instant de s'en tenir au point de vue ordinaire.

(¹) J'indique ici que, si j'ai renoncé à utiliser les cathodes filiformes ou lamellaires parallèles à l'axe du cylindre anodique et recommandées par M. Gouy pour éviter l'action intercathodique, c'est que la disposition des deux champs est trop compliquée dans ce cas pour permettre le calcul. J'ajoute que la seconde règle de M. Gouy (influence de la longueur du faisceau magnétocathodique) est peut-être assez facile à ramener, elle aussi, aux idées classiques. J'espère revenir sur ce point.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle propriété du cuivre et sur la combustion vive des gaz sans flamme ou combustion convergente.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

Il m'a été donné d'observer une nouvelle propriété du cuivre et d'apporter ainsi des éclaircissements à l'étude des phénomènes que j'ai décrits dans ma Note du 9 mars 1908 (*Comptes rendus*, t. 146, p. 539) et sur ce que j'ai publié ultérieurement relativement à la combustion convergente (*Comptes rendus*, même Tome, p. 757 et 864; t. 148, p. 292; t. 149, p. 924; t. 150, p. 781).

J'ai constaté qu'un petit tube de cuivre avec lequel je puisais le gaz dans l'intérieur d'un bec Bunsen allumé, devenait rouge au bout d'un certain temps, et pouvait être descendu dans le bec et demeurer en cet état sans allumer le gaz. Par quelques tâtonnements, j'ai reconnu les conditions dans lesquelles on obtient régulièrement le phénomène. On y arrive plus facilement avec du cuivre en fil qu'avec du cuivre en lame. En tout cas, il faut que ce métal soit pur, et, bien que j'ignore par quels procédés les différents cuivres que j'ai employés ont été obtenus, je suis porté à croire que le *cuivre électrolytique* donne le mieux ce résultat.

Il faut d'abord passer le fil de cuivre dans la flamme blanche, afin de nettoyer sa surface par réduction. Aussitôt que le métal a pris son éclat, il commence à rougir, ce qui n'a pas lieu aussi rapidement, même dans les parties les plus chaudes de la flamme, avant que la surface ait été nettoyée. Après ce nettoyage, la flamme est rendue oxydante par l'ouverture de la prise d'air. Le cuivre ainsi chauffé se recuit et devient mou et cassant. Une partie se brûle et colore la flamme en vert. Il peut bientôt être descendu dans l'intérieur du bec et rester incandescent.

Pour observer plus facilement sa nouvelle propriété, j'ai muni le bec d'un verre de lampe terminé par un bout en mica, disposition que j'ai déjà signalée (t. 150, p. 781). L'intensité de l'incandescence du cuivre dépend alors uniquement de l'ouverture de la prise d'air. Elle devient d'autant plus facile à obtenir et plus vive que le cuivre a été maintenu plus longtemps dans cet état. J'ai observé qu'il était préférable au début d'envoyer dans le bec un mélange à 40 pour 100 de gaz, et qu'on pouvait ensuite diminuer cette proportion et l'amener à 30 ou 33 pour 100; l'incandescence est alors très vive. Mais si l'on ferme l'ouverture de l'air de façon à forcer la proportion de gaz, elle s'affaiblit et disparaît pour reparaître aussitôt qu'on donne accès à l'air, à moins que le cuivre ne se soit trop refroidi. De même si l'on

force la proportion d'air, l'incandescence diminue. Les conditions dans lesquelles on obtient la combustion convergente du gaz avec le cuivre ainsi préparé sont donc analogues à celles où le phénomène se produit avec le platine.

Quelles modifications a subies le cuivre pour acquérir cette propriété? Il est devenu excessivement friable et j'ai dû l'enrouler sur des tiges de fer ou de nickel de façon à lui donner un support ou une *âme* sur laquelle il pût se maintenir. Après le refroidissement j'ai trouvé, surtout dans mes premiers essais, le cuivre oxydé superficiellement, et j'ai constaté que la proportion d'oxyde pouvait atteindre 10 pour 100. J'ai donc cru qu'il fallait attribuer la nouvelle propriété à l'oxyde, mais j'ai reconnu ensuite que cette idée était inexacte, car j'ai recueilli du cuivre tombé dans le bec où il s'était refroidi à l'abri de l'air; la surface en était restée mordorée et par suite non oxydée. Ce cuivre corrodé intérieurement se réduit en poudre par simple pression. La poudre examinée au microscope paraît cristalline. De même si l'on traite la poudre noire recouverte d'une couche d'oxyde par l'acide chlorhydrique étendu (à 1 pour 100, c'est suffisant), l'oxyde est dissous, et l'on constate le même aspect mordoré et cristallin.

Cette propriété me semble donc être attribuable au cuivre cristallisé, et comme le cuivre électrolytique possède cet état, je pense, sans en être certain, qu'il faut le choisir pour obtenir le phénomène. Le fil de cuivre doux des conducteurs électriques, généralement préparé par un procédé électrolytique, s'y prête particulièrement bien. Je crois également que c'est la portion amorphe du métal entourant les cristaux qui se volatilise le plus facilement et brûle en donnant la coloration verte à la flamme, quand la proportion d'air de l'intérieur du bec dépasse 60 pour 100, car il y a une proportion convenable du mélange gazeux pour laquelle la coloration verte de la flamme n'apparaît pas. On pourrait croire que la corrosion du cuivre et la flamme verte sont la conséquence de la formation de l'hydrure de cuivre, mais, fait à remarquer, la formation de l'hydrure cesserait aussitôt que la proportion du gaz devient prépondérante.

Le platine maintenu à l'état incandescent dans les conditions ci-dessus devient lui-même cassant et s'altère non seulement à sa surface rendue grisâtre, mais en son intérieur qui prend l'aspect divisé, cristallin. C'est peut-être à une action analogue qu'est due l'altération bien connue des creusets de platine portés dans la flamme blanche du gaz d'éclairage et que le chauffage à haute température fait disparaître, en provoquant sans doute la fusion des cristaux.

Le mélange gazeux au contact du cuivre incandescent a subi dans sa composition et dans ses propriétés combustives des modifications remarquables.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'acide phényl-αβ-penténique en son isomère γδ.* Note de M. **J. Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Les recherches de Fittig et de ses élèves [1], sur l'isomérisation des acides éthyléniques, ont montré que la double liaison pouvait, chez certains d'entre eux, se déplacer sous l'influence des solutions alcalines à l'ébullition. En particulier, il est bien connu, et le fait est consigné dans tous les Traités de Chimie organique, que les acides éthyléniques en βγ se tranforment ainsi, plus ou moins complètement, en leurs isomères αβ.

A ce sujet, il n'est pas inutile de faire remarquer que Fittig ne s'est pas borné à montrer la possibilité du passage des acides βγ en αβ; il a également prouvé que, inversement, les acides αβ, sous les mêmes influences, se transforment en leurs isomères βγ. Pourquoi cette deuxième partie des conclusions de Fittig a-t-elle été omise dans les traités classiques? Je l'ignore; car elle ne me paraît pas moins intéressante que la première, dont elle forme, à mon avis, le complément inséparable.

Parmi les acides αβ que Fittig a étudiés au point de vue de leur transformation en βγ, il en est un pour lequel les résultats des expériences n'ont pas été concluants : c'est l'acide phényl-αβ-penténique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH = CH - CO^2H.$$

L'auteur dit à son sujet : « Par ébullition de l'acide αβ, dans les conditions indiquées, il se forme de l'acide β-oxy, et à côté un acide liquide qui, sans doute, est ou contient l'acide βγ régénéré ».

Je me suis proposé de reprendre cette étude, dans l'espoir d'arriver à des résultats plus précis, grâce à l'emploi de la méthode de séparation des acides éthyléniques βγ et γδ par l'intermédiaire des lactones iodées, méthode que j'ai fait connaître il y a quelques années [2].

Je développerai dans un autre Recueil les conditions précises de mes expériences. Qu'il me suffise de dire ici que j'ai chauffé l'acide phényl-

---

[1] *Liebig's Annalen*, t. CCLXXXIII, 1894, p. 47 à 148 et 269 à 341.

[2] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIV, 1908, p. 145 à 184.

$\alpha\beta$-penténique avec de la lessive de soude diluée au tiers et à des températures variables, depuis 100° jusqu'à 170°.

Dans aucun cas je n'ai pu caractériser la présence de l'acide attendu, savoir l'acide $\beta\gamma$; par contre, j'ai trouvé que l'isomérisation se faisait, pour une part importante, dans le sens de l'acide $\gamma\delta$:

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-CH^2-CO^2H.$$

J'ai nettement caractérisé cet acide : 1° par la lactone iodée correspondante, fondant entre 103° et 110° suivant la rapidité du chauffage [1]; 2° en régénérant, de cette lactone iodée, l'acide phényl-$\gamma\delta$-penténique, fondant à 90° et le comparant avec l'acide préparé par la méthode de Fr. Fichter [2].

La réaction est complexe et ne se fait pas uniquement dans le sens de l'acide $\gamma\delta$; dans les conditions les plus favorables j'ai obtenu environ, en acide $\gamma\delta$, 50 pour 100 de l'acide $\alpha\beta$ mis en expérience. Il se forme en outre une proportion importante d'acide β-oxy, comme l'avait observé Fittig; il reste enfin une faible quantité d'un produit liquide, à réaction acide, qui est peut-être un mélange et que je n'ai pas étudié.

J'ai cru intéressant de faire connaître cette isomérisation d'un acide éthylénique $\alpha\beta$ en son isomère $\gamma\delta$, aucun exemple d'une pareille transformation n'ayant, je crois, été signalé jusqu'ici.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pinacone acétylénique.* Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

M. L. Henry a décrit les propriétés de la *pinacone succinique* [3], en se plaçant au point de vue de l'action réciproque de ses fonctions alcooliques. Il m'a semblé intéressant d'étudier la perturbation qu'apporte, dans ces propriétés, l'interposition d'une triple liaison entre les fonctions alcooliques.

Le glycol $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!COH-C\equiv C-COH\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$ préparé, dans ce but, par l'action de

(1) Dans mon Mémoire aux *Annales de Chimie et de Physique*, rappelé plus haut, j'ai indiqué le point de fusion, 103°; j'ai reconnu depuis qu'il était influencé par la rapidité du chauffage.

(2) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXXI, 1898, p. 2001.

(3) Louis Henry, *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 496.

l'acétone sur le *dibromomagnésiumacétylène* est, comme l'indique Jotsitch [1], un solide blanc, fondant à 95°. Je n'ai pu en obtenir d'hydrate, alors que les pinacones saturées en donnent aisément un.

A. *Action des hydracides.* — Si l'on a soin d'opérer à basse température, les hydracides agissent sur la pinacone acétylénique de la même manière que sur la pinacone succinique : les fonctions alcooliques sont éthérifiées et la triple liaison est respectée.

1° L'*acide bromhydrique* donne une *dibromhydrine*

$$(CH^3)^2 - CBr - C \equiv C - CBr - (CH^3)^2$$

qui, après cristallisation dans l'alcool, fond à 39° et bout, sans décomposition notable, à 219°. Insoluble dans l'eau, elle est peu soluble, à froid, dans les solvants organiques usuels.

Le rendement, qui est presque quantitatif si l'opération se produit lentement (1 jour) au voisinage de 0°, devient très mauvais si on laisse la température s'élever. On obtient alors un liquide à odeur très irritante, que je n'ai pu encore isoler à l'état pur, et dans lequel la liaison acétylénique semble avoir été atteinte. J'ai l'intention de revenir sur ce corps, ainsi que sur un produit intermédiaire très instable, fondant vers 50°, de la décomposition duquel il semble provenir.

Cette dibromhydrine est très stable : le brome, l'acide sulfurique, le permanganate à froid sont sans action. L'acide nitrique fumant l'oxyde. La potasse sèche ne l'attaque qu'au-dessus de 180°.

2° L'*acide chlorhydrique* donne de même une *dichlorhydrine* qui fond à 29° et bout à 62°-63°, sous 15^{mm}. Les rendements sont bien moins bons que pour la dibromhydrine.

B. *Déshydratation.* — L'action de l'acide sulfurique étendu, au bain-marie, donne en proportions variables, suivant la concentration et la durée de chauffe, les deux corps suivants :

1° L'*alcool* $\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!>\!C - C \equiv C - COH\!<\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$, liquide à odeur agréable, légèrement jaunâtre. Il bout à 159°-160° et fond à — 2°, ce qui permet de le purifier par cristallisation. $D_{15} = 0,8772$; $n_D = 1,4687$; $R_M = 39,35$.

Ce corps ne m'a point donné d'acétine ni d'uréthane. On doit toutefois lui attribuer la formule indiquée, car, en présence de mousse de platine, il fixe 6^{at} d'hydrogène pour donner un liquide bouillant à 153°-155° d'indice $n_D = 1,4216$, que ces constantes identifient avec l'*alcool* $(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2 - COH = (CH^3)^2$ préparé par Konovaloff [2].

---

[1] JOTSITCH, *Journ. Soc. phys. ch. r.*, t. XXXVI, 9, 1904, p. 1545.

[2] *Centralblatt*, t. I, 1902, p. 1271.

2° Le *carbure* $\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}\!\!>\!C - C \equiv C - C\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\CH^2\end{matrix}$. La déshydratation catalytique du glycol par l'alumine calcinée donne également naissance à ce corps; mais, dans ces deux cas, le carbure est souillé d'une petite quantité de l'alcool précédent. On l'obtient beaucoup plus pur par la distillation de la dibromhydrine sur la potasse sèche.

On obtient ainsi un liquide incolore, très mobile, bouillant à 123°-124° ($D_{15} = 0,7898$; $n_D = 1,4859$; $R_M = 38,53$). Il se résinifie très vite à l'air, surtout à chaud; il est très avide de brome.

En présence de mousse de platine, il fixe 8^{at} d'hydrogène pour donner le carbure C^8H^{18}, bouillant à 109°-110° ($n_D = 1,3949$; $D_{15} = 0,7001$; $R_M = 39,028$). Ces constantes identifient ce corps avec le *diméthylhexane*-2.5 préparé par Clarke [1]. Ce fait légitime la formule adoptée.

C. *Conclusion.* — Cette étude montre que :

1° Vis-à-vis des hydracides, la pinacone acétylénique se comporte, du moins à basse température, comme la pinacone saturée correspondante, ou bien encore comme 2^{mol} d'alcool tertiaire;

2° Vis-à-vis des déshydratants, elle se rapproche beaucoup plus de la *pinacone malonique* qui, elle aussi, donne un alcool éthylénique avec déshydratation sur un chaînon méthyle [2]. Mais ici la déshydratation est plus complète : la molécule de glycol se comporte comme 2^{mol} d'alcool tertiaire : la triple liaison semble donc préserver les deux fonctions alcooliques, séparées par elle, de toute action réciproque.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de destruction complète des matières organiques pour la recherche des poisons minéraux*. Note de M. Pierre Breteau, présentée par M. É. Jungfleisch.

La méthode que j'expose permet la destruction complète d'assez grandes quantités de matières organiques, en un temps relativement court, au moyen d'acide sulfurique et d'un courant réglable de vapeurs nitreuses. Elle offre une facilité très grande dans la conduite des opérations dont la surveillance est réduite au minimum; elle me paraît avoir certains avantages sur les méthodes actuelles qui font arriver de l'acide azotique froid dans de l'acide sulfurique bouillant.

---

(1) Latham Clarke, *J. of am. Soc.*, t. XXXI, p. 585.

(2) Francke, *Monatsh. für Ch.*, 1907, p. 997.

On introduit 300g d'organe, suffisamment divisé, dans un ballon de verre d'Iéna de 2l et l'on ajoute 300cm³ d'acide sulfurique pur (D = 1,84).

Un tube de verre amène au fond du ballon un courant de vapeurs nitreuses; celles-ci sont produites par le passage d'un courant de gaz sulfureux, provenant de la détente de l'anhydride liquide, dans 0l,5 d'acide azotique contenu dans un laveur de Durand. En agissant sur la vis micrométrique du siphon d'anhydride sulfureux, on règle, selon les besoins, le courant de vapeurs nitreuses. Des tampons de coton de verre, disposés dans les branches du laveur, arrêtent les vésicules liquides qui pourraient être entraînées.

Le tube qui plonge dans le ballon peut être relié à la branche du laveur par un joint de caoutchouc, mais on le prend d'un diamètre tel qu'il puisse entrer à frottement doux dans cette branche pour que le caoutchouc ne soit pas au contact des vapeurs nitreuses. Il est mieux d'assurer la jonction par un rodage.

Le ballon contenant les matières et l'acide sulfurique est chauffé doucement sur un petit réchaud à gaz, et le courant de vapeurs nitreuses est réglé de manière qu'elles colorent l'atmosphère du ballon. Puis on procède à la destruction comme s'il s'agissait d'un dosage d'azote par la méthode de Kjeldahl.

Les matières se liquéfient d'abord, de la vapeur d'eau se dégage, un peu de mousse se produit; on augmente progressivement le chauffage, et l'on amène sans cesse un excès de vapeurs nitreuses. Les matières se carbonisent bientôt, des vapeurs blanches d'anhydride sulfurique apparaissent. A partir de ce moment, on règle le chauffage de telle sorte que le liquide noir soit maintenu en ébullition sans cependant qu'il y ait un dégagement exagéré de vapeurs blanches hors du ballon. Si l'on prévoyait ici un manque d'acide sulfurique, il suffirait d'en ajouter 50cm³, après avoir laissé refroidir.

Les vapeurs qui se dégagent sont évacuées dans une hotte à fort tirage ou aspirées par une trompe à eau, après avoir traversé un laveur contenant une solution alcaline.

La destruction des matières se poursuit, les parcelles de charbon disparaissent, l'acide sulfurique s'éclaircit peu à peu, comme s'il s'agissait d'une destruction par la méthode de Kjeldahl, où la petite quantité de mercure utilisée comme catalyseur serait remplacée par un peu de vapeurs nitreuses.

Toute cette dernière partie des opérations est la plus longue; elle s'effectue presque sans surveillance, une fois le chauffage et le courant de gaz réglés.

On obtient finalement un liquide incolore ou tout au plus jaune paille, que l'on concentre, s'il y a lieu, dans une capsule de platine. Après addition d'eau, le produit est traité selon les procédés habituels de recherche des poisons minéraux. Les composés insolubles, éventuellement formés (sulfate de baryum, etc.), sont recueillis et examinés à part.

Il faut environ 4 heures pour détruire complètement 300g d'organe et le demi-litre d'acide azotique peut servir pour 4 ou 5 destructions environ.

Je pense que cette méthode de destruction des matières organiques, extrêmement facile à manier, sera utile dans les recherches toxicologiques et dans d'autres applications.

BOTANIQUE. — *Les Gnétales sont des Angiospermes apétales.* Note de MM. **O. Lignier** et **A. Tison**, présentée par M. Guignard.

Des recherches anatomiques entreprises dans la fleur des Gnétales et poursuivies par les méthodes les plus perfectionnées, nous ont fourni des renseignements qui apportent une lumière nouvelle sur la valeur si controversée de ces organes et, par suite, sur la position systématique de la famille :

1° Le type de la fleur est le même dans les trois genres : *Welwitschia*, *Ephedra* et *Gnetum*, ainsi que dans les deux sexes.

2° Ce type comprend un axe, axillaire d'une bractée mère et portant quatre verticilles successifs. Les deux premiers de ces verticilles représentent peut-être un *périanthe*; le troisième forme l'*androcée*, avec *sores terminaux* 1-, 2- ou 3-loculaires; le quatrième constitue un *ovaire fermé*, *prolongé en style et stigmate* et ne renfermant *qu'un seul ovule réduit au nucelle*. Ce dernier est basilaire, dressé et semble prolonger l'axe floral, mais est *très probablement de nature foliaire*.

3° La fleur mâle du *Welwitschia mirabilis* est la seule dans laquelle les quatre verticilles soient représentés, encore le verticille terminal (gynécée) y est-il stérile.

Dans la fleur femelle de cette plante et dans toutes les fleurs mâles et femelles des deux autres genres, il manque au moins l'un des quatre verticilles primordiaux.

4° Chacun des quatre verticilles, là où il est suffisamment représenté, est desservi *par un système libéro-ligneux foliaire bien caractérisé*.

5° L'*unisexualité* des fleurs des Gnétales actuelles *dérive d'un hermaphroditisme antérieur* par avortement de l'un des sexes et, ainsi que l'a fait remarquer Hooker (1), la fleur mâle (pseudo-hermaphrodite) du *W. mirabilis* est l'indice évident de cet hermaphroditisme antérieur.

6° Dans ces fleurs, les verticilles sont actuellement *distiques;* cependant le cas de la fleur femelle de l'*Ephedra*, qui est *tristique*, laisse supposer que la symétrie florale des Gnétales a pu, primitivement, être différente.

a. Dans la fleur mâle du *Welwitschia*, la seule qui possède encore ses quatre verti-

(1) J.-D. Hooker, *On Welwitschia, a new Genus of Gnetaceæ* (*Trans. Linn. Soc.*, t. XXIV, 1864).

cilles visibles extérieurement, le verticille inférieur est situé dans le plan transversal et toujours entièrement membraneux; le deuxième, dans le plan médian, est d'ordinaire également membraneux, mais peut cependant recevoir des faisceaux médians réduits. Le troisième verticille, dans le plan transversal, représente l'androcée, dont les *deux sporophylles*, chacun trilobé, portent aux sommets de leurs lobes des *sores filicinéens* triloculaires; chacun de ces sporophylles reçoit *un seul faisceau* qui se trifurque et dont les branches se rendent directement aux sores. Le quatrième verticille forme un *ovaire* bicarpellé, médian dont le stigmate semble transformé en nectaire et dont l'ovule (réduit au nucelle) est stérile; chaque carpelle *reçoit dans sa base un unique faisceau médian.*

Dans le même genre, la fleur femelle est fortement comprimée entre la bractée axillante et l'axe d'inflorescence. Elle possède encore le premier verticille transversal, ordinairement indiscernable extérieurement et seulement affirmé par la sortie de *deux faisceaux* ou *deux couples de faisceaux*, très nets quoique très petits; dans une fleur avortée, nous avons vu ce verticille représenté par *deux bractées latérales très distinctes.* Le deuxième verticille de la fleur, vraisemblablement avorté par compression, a disparu sans laisser aucune trace. Le troisième, situé dans le plan transversal, est transformé en l'appareil ailé protecteur et disséminateur du fruit; il reçoit *deux couples de faisceaux inégaux.* Le quatrième, dans le plan médian, forme l'ovaire bicarpellé habituel des Gnétales, à l'intérieur duquel se trouve le nucelle fertile; ce verticille est desservi, dans sa base, par quatre faisceaux (deux dans chaque carpelle) dichotomes vers le haut.

b. Dans la fleur mâle de l'*Ephedra*, le premier verticille avorte, le deuxième forme l'enveloppe scarieuse, le troisième est composé de deux sporophylles plus ou moins lobés au sommet (rarement simples), chaque lobe portant un *sore terminal* 2- ou parfois 3-loculaire. Ces deux sporophylles sont desservis chacun par *un faisceau* qui se divise en autant de branches qu'il existe de sores. Par atrophie précoce du sommet végétatif de la fleur, le quatrième verticille a disparu et les deux sporophylles sous-jacents sont plus ou moins longuement coalescents en une colonne sorifère terminale qui *semble prolonger* l'axe de la fleur.

La fleur femelle de l'*Ephedra* est trimère (sauf peut-être dans quelques cas), mais les feuilles du côté extérieur, situées vis-à-vis la bractée axillante, sont *plus ou moins réduites.* Dans cette fleur, les deux verticilles inférieurs de la fleur type ont disparu sans laisser aucune trace. Le troisième verticille produit la coque et reçoit *trois faisceaux* dont l'extérieur presque toujours plus court *est parfois très réduit.* Le quatrième verticille forme un ovaire *tricarpellé* très mince, renfermant un nucelle nu; dans cet ovaire, le carpelle médian intérieur (le plus rapproché de l'axe du chaton) est *prédominant et se termine par un lobe stigmatique* habituellement unique. Les faisceaux correspondant aux carpelles sont très réduits et *ne se détachent pas de la cupule sous-nucellaire.*

c. Dans le genre *Gnetum*, la fleur mâle ne diffère de celle de l'*Ephedra* que parce que le deuxième verticille est parenchymateux et desservi par *deux couples de fais-*

ceaux et parce que les deux sporophylles du troisième verticille, toujours entiers, ne portent chacun qu'*un seul sporange* (sac pollinique).

Dans la fleur femelle, l'anatomie ne laisse reconnaître ni la composition, ni l'orientation des verticilles, parce que *les faisceaux y sont, à tous les niveaux, répartis sur des cercles continus.* Toutefois, les observations organogéniques de Beccari (1), qui montrent l'enveloppe externe et l'enveloppe interne nettement *bifides* et non moins nettement *superposées*, permettent d'affirmer, d'une part, que les verticilles sont ici encore formés de *deux feuilles*, d'autre part, que les trois enveloppes représentent les deuxième, troisième et quatrième verticilles. Ainsi donc, le premier verticille seul ferait défaut (on sait que, dans les fleurs des épis pseudo-androgynes, le troisième ne se développe pas non plus). Le deuxième et le troisième produisent l'enveloppe charnue et la coque. L'ovaire constitué par le quatrième rappelle celui des deux genres précédents. Contrairement à ce qui a été écrit par tous les anatomistes, l'ovaire est, comme les verticilles sous-jacents, *desservi par un cercle de faisceaux* bien caractérisés et qui parfois même pénètrent *dans la base de sa lame libre;* il est vrai cependant que le plus souvent ces faisceaux s'éteignent avant d'atteindre cette base.

Pour conclure, nous dirons donc que les fleurs des Gnétales sont *angiospermiques*, mais que loin d'être, comme l'ont admis la plupart des botanistes, des organes en voie d'extension, ce sont au contraire des organes *en voie de réduction.*

Les Gnétales sont donc nettement des Angiospermes et, en raison des nombreux caractères gymnospermiques qu'elles retiennent encore, nous ajouterons que ce sont des *Angiospermes primitives*. Toutefois, comme l'ont déjà remarqué Arber et Parkin (2), l'intensité du groupement de leurs fleurs et l'extrême réduction des fructifications, ainsi que leur retour à l'unisexualité, ne permettent pas d'admettre qu'elles soient sur la ligne de descendance *directe* des Angiospermes. A ce point de vue, elles rappellent beaucoup les Apétales, et particulièrement les Amentales, dont elles ont presque l'organisation florale.

Nous pensons donc que les Gnétales forment, dans l'Angiospermie, *un groupe à part à côté des Amentales* et que, comme celles-ci, *elles appartiennent à une branche latérale née sur la base du tronc angiospermique.* Peut-être même est-ce de la base de cette branche gnétaléenne que s'est détachée la branche amentaléenne?

---

(1) O. Beccari, *Della organogenia dei flori feminei del* Gnetum Gnemon *L.* (*Nuov. Giorn. bot. ital.*, t. IX, 1877, p. 91).

(2) N. Arber and J. Parkin, *The relationship of the Angiosperms to the Gnetales* (*Ann. Bot.*, t. XXII, 1908).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action sur les plantes vertes de quelques substances extraites du goudron de houille et employées en agriculture.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 21 novembre 1910), j'ai expliqué l'action physiologique des vapeurs de goudron sur les plantes vertes. Des actions analogues sont produites sur ces mêmes plantes par un certain nombre de substances dérivées du goudron de houille et qu'on utilise dans la pratique horticole et agricole.

Depuis un certain nombre d'années, on trouve dans le commerce des produits désignés sous le nom de *carbonyle*, *huile verte*, *carbolineum*, *carbonéine*, etc.

Ce sont des mélanges liquides de produits dérivés, par distillation, du goudron de houille ne répondant, la plupart du temps, à aucune formule uniforme. Chaque usine possède ses formules variées et souvent les mixtures se font sans préoccupation préalable de dosage. Toutes ces substances contiennent de la créosote; leur odeur seule suffirait à s'en rendre compte. Elles jouissent de propriétés insecticides et antiseptiques très efficaces et sont employées à de nombreux usages : imprégnation des bois, des échalas de vigne; badigeonnage des planches des coffres pour cultures sur couche, des troncs d'arbres fruitiers envahis par les mousses et les lichens. Pures ou émulsionnées dans l'eau, l'eau de chaux, le carbonate de soude, on les emploie en pulvérisations contre les insectes nuisibles aux plantes cultivées.

Depuis longtemps, on a signalé l'influence très nocive qu'exercent sur les plantes vertes ces substances très volatiles, soit par leurs vapeurs, soit par leur contact (voir, par exemple, le *Journal d'Agriculture pratique*, t. XIV, 1907, p. 454, 518, 531, 550).

Dans une enceinte limitée, où l'air peut se charger facilement d'une proportion suffisante de vapeurs de ces substances, les bourgeons, les feuilles, les fleurs sont rapidement atteints plus ou moins profondément et même tués. L'emploi de ces substances est dangereux dans les serres et les coffres sous châssis.

Les pieux, les échalas imprégnés ont été souvent néfastes aux racines des plantes et aux bourgeons. Il a été recommandé de n'utiliser les bois ainsi imprégnés qu'après les avoir abandonnés, au préalable, à un long séjour à l'air libre. L'émission de vapeurs nocives par des bois imprégnés est souvent de longue durée. Cette année même, j'ai été témoin du fait suivant : dans

une grande serre du Jardin des Plantes de Grenoble, on avait introduit, pour un certain usage, quelques planches passées depuis assez longtemps au carbonyle; on avait même oublié leur présence dans la serre, lorsqu'on constata, sur de très nombreuses plantes, la chute des bourgeons, le flétrissement des feuilles, la décoloration des fleurs. On put sauver le reste en écartant la cause du mal.

Les effets produits par ces substances sur les plantes entrent, comme ceux du goudron, dans le mode d'action que j'ai décrit pour les vapeurs en général et plus particulièrement pour les vapeurs des substances organiques. Les vapeurs produisent dans la cellule verte des phénomènes de *noircissement* et de *dégagement* consécutifs à la mort plasmolytique de la cellule. Avant que ces phénomènes deviennent apparents, alors que la cellule est encore bien verte, la fonction chlorophyllienne y est suspendue: elle est *anesthésiée*, au sens végétal du mot (*Comptes rendus*, 12 juillet 1909, 16 août 1910, 21 novembre 1910 et *Bibliographie* citée).

Ces substances contiennent beaucoup de créosote et, par suite, la plupart des phénols qui se trouvent dans le goudron, principalement le phénol ordinaire et les crésols. On peut donc pressentir que l'effet de ces substances sera celui des phénols. J'ai montré que relativement peu de phénols provoquent à la fois noircissement et dégagement; si l'on prend, par exemple, les plantes à acide cyanhydrique comme termes de comparaison, la plupart des phénols noircissent la feuille du laurier-cerise sans dégagement de CAzH.

Le phénol ordinaire donne du noircissement, de même que le métacrésol et le paracrésol; l'orthocrésol donne une coloration brun clair accompagnée d'un dégagement très rapide.

Des expériences en tubes ou sous cloches montrent que les vapeurs de carbonyle et de carbolineum provoquent le noircissement des feuilles en général. Avec le laurier-cerise, il y a noircissement sans dégagement de CAzH. La créosote pure agit absolument de même, mais plus lentement.

Ces substances agissent aussi, d'une manière énergique, par contact. Des gouttes de carbonyle sur des feuilles vertes noircissent instantanément aux points de contact, et le noircissement se propage peu à peu dans les tissus environnants. Une feuille atteinte par des gouttes de carbonyle est rapidement tuée. Cet été, au Jardin des Plantes de Grenoble, une palissade en bois a été passée, sur place, au carbonyle; toutes les feuilles et même des plantes entières du voisinage, atteintes par les gouttes tombées du pinceau,

ont été tuées en quelques heures. L'action du contact est plus violente que celle des vapeurs directes, mais elle est due encore à la diffusion des vapeurs de la surface enduite à travers les cellules.

Cette Note n'a donc pas pour but de signaler les effets nocifs de ces substances, connus déjà, mais seulement d'en expliquer le mécanisme après les avoir constatés à nouveau, et d'appuyer la recommandation déjà faite de n'user de ces produits commerciaux qu'avec la plus grande prudence.

CRYPTOGAMIE. — *Sur quelques Plasmodiophoracées non hypertrophiantes.* Note de MM. **René Maire** et **Adrien Tison**, présentée par M. Guignard.

Au printemps de 1910 nous avons remarqué, dans les cellules de l'assise absorbante et du parenchyme cortical des racines de *Veronica arvensis*, des masses plasmiques uni- puis plurinucléées se transformant en amas de spores. L'étude cytologique que nous avons faite de ce parasite nous a permis d'y retrouver les caractères des Plasmodiophoracées. Au même moment, nous avons eu connaissance d'une Note de Schwartz, décrivant, sous le nom de *Sorosphæra Junci*, un organisme analogue, observé dans les racines des *Juncus bufonius*, *obtusiflorus*, *lamprocarpus*. Nous avons nous-mêmes retrouvé depuis une autre Plasmodiophoracée du même type dans les racines de *Callitriche stagnalis*.

Ces Plasmodiophoracées forment un groupe particulier, qu'on ne peut rattacher à aucun des genres décrits jusqu'à présent, pas même au genre *Sorosphæra*, auquel Schwartz a cru pouvoir rapporter le parasite des racines des *Juncus*. Ce groupe, caractérisé surtout par la réduction extrême de la schizogonie et l'absence d'action hypertrophiante, constitue un genre nouveau que nous nommons *Ligniera*. Voici une brève diagnose de ce genre et des trois espèces qu'il renferme jusqu'ici.

Ligniera, genus novum Plasmodiophoracearum. — In cellulis hospitis immutatis parasitans, nec tumores gignens; schizogonia reducta; sporæ in acervulos variiformes conjunctæ.

L. radicalis sp. nov. — Sporis levibus, 4-5 μ diam., in acervulos rarius cavos conjunctis. — Hab. in *Callitriche stagnali*.

L. Junci (Schwartz). — Sporis levibus, 5-7 μ, in acervulos sæpius cavos conjunctis. — Hab. in *Juncis*.

L. verrucosa, n. sp. — Sporis crasse verrucosis, 4-5 μ diam., in acervulos plenos conjunctis.

Le *L. radicalis*, qu'on peut considérer comme l'espèce type, vit dans les cellules de l'assise absorbante et des assises superficielles du parenchyme cortical des racines de *Callitriche stagnalis*. L'infection se fait de très bonne heure, à peu de distance du point végétatif.

On trouve dans des cellules encore embryonnaires des myxamibes uninucléées, qui deviennent très rapidement plurinucléées. La présence du parasite ne modifie pas sensiblement la cellule, qui continue à croître comme ses voisines, sans atrophie comme sans hypertrophie.

On trouve à côté du parasite le noyau de la cellule hôtesse, non ou à peine modifié. Le parasite reste cantonné dans la cellule infectée, dont il ne provoque pas la division, comme le font les *Plasmodiophora*, *Sorosphæra* et *Tetramyxa*. Il ne présente pas de schizogonie, ou bien celle-ci se réduit à la formation de deux ou trois myxamibes dans l'intérieur de la cellule infectée. La phase schizogonique étant très réduite et le parasite fort dispersé sur son hôte, il est assez difficile de trouver les mitoses de cette phase.

Nous avons, cependant, réussi à constater qu'elles sont du type cruciforme particulier aux Plasmodiophoracées ; ce sont des promitoses au sens de Chatton. Les myxamibes sont, à l'occasion, capables d'englober des corps solides ; nous avons, en effet, observé dans certains cas des myxamibes ayant ingéré des algues qui s'étaient développées avec elles dans la cellule hôtesse. Les myxamibes sont arrondies, leur protoplasma est très granuleux et leurs noyaux, souvent visibles sur le vivant, ont toute leur chromatine condensée en un karyosome assez gros.

La phase sporogonique débute de très bonne heure ; on voit parfois des myxamibes binucléées présenter des divisions sporogoniques. La phase sporogonique, ordinairement précédée par une extension de la myxamibe, dont les limites deviennent indistinctes, débute par un stade chromidial pendant lequel les noyaux ne sont plus colorables. Les noyaux reconstituent ensuite des filaments chromatiques et subissent les deux mitoses sporogoniques, qui présentent à peu près les mêmes caractères que chez les autres Plasmodiophoracées. Avant la première mitose, il y a ordinairement séparation plus ou moins complète de chaque énergide, de sorte qu'après la deuxième mitose les jeunes spores se trouvent groupées en tétrades. Mais, au lieu de garder cette disposition comme dans les *Tetramyxa*, les spores s'agrègent en balles plus ou moins régulières, qui souvent remplissent complètement la cellule hôtesse, dont le noyau finit par disparaître après avoir dégénéré par pycnose. On trouve dans les cellules hôtesses une ou plusieurs balles de spores suivant qu'elle contenait une ou plusieurs myxamibes ; de plus, il arrive parfois, mais très rarement, qu'une ou deux tétrades restent isolées au moment de la formation des balles.

Les balles sont pleines ou creuses, aplaties ou cylindriques, arrondies ou allongées, suivant leur taille et les conditions dans lesquelles elles se sont développées.

La spore est uninucléée à tout âge ; elle s'entoure rapidement d'une membrane lisse, un peu épaissie, hyaline ou à la fin très légèrement brunâtre. La spore mûre contient un ou plusieurs granules colorables en brun par l'iode, comme celle des autres Plasmodiophoracées.

Les spores paraissent avoir fréquemment une germination précoce, car on trouve fréquemment dans de jeunes racines des balles de spores vides ; mais nous n'avons malheureusement jamais pu observer jusqu'à présent cette germination.

Le *L. Junci* présente, d'après les recherches de Schwartz, un développement assez semblable. Toutefois, les jeunes spores ne paraissent pas être aussi nettement groupées en tétrades, et les spores adultes sont plus grosses que celles du *L. radicalis*.

Le *L. verrucosa* se distingue facilement des deux précédents par ses spores verruqueuses. Son développement est presque identique à celui des deux autres espèces. Il forme parfois ses spores dans des poils radicaux : elles sont alors disposées en files et plus ou moins libres.

Nous avons observé sur les racines de *Poa annua* un parasite qui présente absolument l'aspect d'un *Ligniera* par ses myxamibes donnant des balles de spores dans des cellules non modifiées. Ce parasite paraît être très voisin du *L. Junci*, s'il ne lui est pas identique; mais, n'ayant pu observer les mitoses et le mode de formation des spores, nous ne pouvons le ranger avec certitude dans les Plasmodiophoracées.

Affinités des Ligniera. — Les *Ligniera* rappellent beaucoup le *Rhizomyxa hypogœa* Borzi, qui est également un parasite non hypertrophiant des racines de diverses plantes. Ce *Rhizomyxa*, dans le sens où le comprenait Borzi, paraît bien être un complexe de divers organismes confondus les uns avec les autres, et certainement les *Ligniera* étaient englobés dans ce complexe. Une des figures de Borzi paraît représenter le *L. verrucosa;* d'autres rappellent beaucoup le *L. Junci* et le *L. radicalis*. Toutefois, le véritable *R. hypogœa*, dans le sens restreint que lui attribue A. Fischer, est caractérisé par la présence de zoosporocystes à parois minces, donnant naissance à plusieurs zoospores, zoosporocystes qui manquent chez les *Ligniera*. Les *Ligniera* ressemblent aussi au *Woronina polycystis*, dont les balles de spores rappellent celles du *L. verrucosa*. Il est fort possible que les *Ligniera* se soient formés aux dépens d'organismes voisins des *Woronina*, par disparition des zoosporocystes. L'origine des Plasmodiophoracées devrait alors être recherchée dans les Chytridiales.

ANTHROPOLOGIE. — *Analyse et comparaisons sexuelles de quelques grandeurs du crâne et de la face chez les Tsiganes*. Note de M. **Eugène Pittard**, présentée par M. A. Laveran.

Dans une Note précédente [1] nous avons apporté les résultats d'une première analyse des diverses grandeurs du corps chez les Tsiganes. Il

[1] Eugène Pittard, *Analyse de quelques grandeurs du corps de l'homme et de la femme chez les Tsiganes* (*Comptes rendus*, 23 octobre 1905).

s'agissait alors des principaux segments composant la taille totale, et de quelques grandeurs verticales de la tête. Aujourd'hui nous ajoutons à ces dernières les dimensions principales du crâne et de la face, considérées, en majeure partie, dans leur développement transversal, ces grandeurs étant comparées dans les deux sexes.

Notre série se compose toujours de 780 Tsiganes masculins et de 430 femmes du même groupe ethnique.

Nous avions jusqu'alors effectué nos comparaisons par rapport à la taille totale. Aujourd'hui nous ajoutons à ces premiers résultats des comparaisons par rapport au buste.

Les conclusions de nos recherches peuvent se résumer de la manière suivante, en rappelant, au préalable, l'intérêt qui s'attache à cette population dont l'origine exacte est encore inconnue.

Par rapport à la taille totale et par rapport à la grandeur du buste :

Le crâne masculin est moins développé dans le sens horizontal et dans le sens transversal que le crâne féminin; mais il est plus développé dans le sens vertical.

La largeur du front est aussi moins développée chez les hommes. Le visage des hommes est plus long, absolument et relativement, que celui des femmes. Il est plus long, non pas seulement dans sa hauteur totale, mais dans chacun des segments qui le composent : régions ophryaque, ophryo-nasale, ophryo-alvéolaire, naso-alvéolaire, alvéolo-mentonnière; mais ces diverses régions présentent, dans leurs rapports de grandeur, de notables différences sexuelles. C'est le segment alvéolo-mentonnier qui est le moins développé, relativement, chez les femmes, et c'est, chez le même groupe sexuel, le segment naso-alvéolaire, puis le segment ophryo-alvéolaire qui, par leur développement, se rapprochent le plus de ceux des hommes.

Si le visage masculin est plus long, il est relativement moins large que celui des femmes, dans sa région bijugale (si l'homme = 100, la femme = 101,2). Il est presque exactement de même largeur relative dans sa partie bizygomatique (sauf par rapport au buste; dans ce cas-là l'homme a le diamètre bizygomatique plus grand que celui de la femme).

Les deux dimensions du nez (diamètre naso-spinal et largeur des narines) augmentent d'une manière absolue au fur et à mesure que s'accroît la taille, et cela dans les deux sexes; mais ces deux dimensions absolues sont, à taille égale, plus grandes chez les hommes que chez les femmes.

Au fur et à mesure de l'augmentation de la taille, les deux dimensions relatives du nez diminuent. Elles diminuent relativement plus chez la femme que chez l'homme.

Les femmes ont donc un nez absolument et relativement plus petit que celui des hommes.

La longueur de l'ouverture palpébrale est plus grande chez les femmes que chez les hommes. Les grands yeux des femmes tsiganes ne sont pas une apparence.

La longueur de l'oreille et la largeur de cet organe sont relativement plus grandes chez les femmes. Mais ces deux diamètres présentent de fortes variations individuelles qui sont assez considérables pour retentir jusque dans des groupes numériquement très importants.

Par contre, la bouche est plus petite chez la femme que chez l'homme.

En résumé, on peut conclure des nombreuses mensurations comparées, que la femme tsigane possède relativement [1] :

Un crâne plus développé dans le sens sagittal, un front plus large, une face également plus large, une oreille plus grande, des yeux plus largement fendus que l'homme;

Mais elle a le crâne moins développé dans le sens vertical, la face et le nez moins longs; la bouche plus petite que l'homme.

Les constatations ci-dessus sont à rapprocher de celles du même ordre, obtenues sur d'autres groupes humains.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques animaux parasites ou commensaux des Madréporaires du genre* Galaxea (*Oken*). Note [2] de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les *Galaxea*, avec leurs grands calices faisant saillie au-dessus de l'abondant cœnenchyme qui les sépare les uns des autres, sont envahis par des commensaux et par des parasites variés.

Souvent, leur masse est creusée en tous sens par divers animaux perceurs et en particulier par des Annélides polychètes et par des Géphyriens. Chez certains exemplaires de *Galaxea Ellisi* M.-Edw. et H., que j'ai recueillis en 1904 dans la baie de Tadjourah (golfe d'Aden), une grande partie de la surface libre de la colonie se montre criblée de petits tubes de Sabelliens localisés dans le cœnenchyme qu'ils traversent de part en part. Les polypes restés indemnes n'ont aucunement souffert de la présence des commensaux en question. Il n'en est pas toujours ainsi; il arrive, en effet, qu'en certains

---

(1) Pour les autres régions du corps, voir la Note du 23 octobre 1905.

(2) Présentée dans la séance du 16 janvier 1911.

points, les colonies sont absolument ravagées par les organismes perforants; il se fait alors, autour des régions nécrosées, une prolifération qui aboutit à la production d'un grand nombre de nouveaux calices; il en résulte des déformations plus ou moins considérables de la surface.

Les parasites les plus abondants sur les colonies de *Galaxea* sont les Cirripèdes du genre *Pyrgoma* qui infestent d'ailleurs nombre d'autres Madréporaires. Presque toujours ces Crustacés se fixent sur les calices; mais ils peuvent aussi vivre en dehors de ceux-ci. Dans l'un des exemplaires de *Galaxea fascicularis* L. que j'ai rapportés de Djibouti, ce dernier cas s'observe deux fois.

Deux *Pyrgoma* s'étaient attachés respectivement aux côtés de deux calices auxquels ils s'étaient soudés; les septes de ces calices avaient les caractères normaux. Les polypes correspondants ne paraissaient pas avoir pâti du voisinage des Crustacés. Ces cas sont toutefois exceptionnels; d'ordinaire, les *Pyrgoma* évoluent au sommet des calices des *Galaxea*. La muraille des calices au sommet desquels vivent les *Pyrgoma* est sillonnée par de fines stries longitudinales beaucoup moins saillantes que dans les calices normaux. A l'intérieur, fréquemment, on ne trouve pas trace de septes, même dans la région basilaire, ce qui indique que la fixation du parasite s'est faite de très bonne heure. La profondeur de la cavité située au-dessous du parasite est égale à la hauteur du calice au-dessus de la surface du cœnenchyme; tandis que dans les calices habités par les polypes constructeurs de la colonie, la profondeur ne dépasse pas 4^{mm} à 5^{mm}, par suite des travées qui unissent les principaux septes à cette distance du sommet de la muraille. Sur la couronne calcaire tronconique coupée obliquement qui enveloppe le Cirripède, on voit fréquemment des groupes rayonnants de lames redressées correspondant à des ébauches de calice. Le parasite a arrêté ou empêché l'évolution d'un polype; néanmoins, la muraille s'est élevée au même niveau que celle des calices restés indemnes. Les calices avortés, surmontés par des *Pyrgoma* et dans lesquels le système septal manque entièrement, ne sont pas rares dans certains spécimens de *Galaxea;* les pièces calcaires du parasite portent souvent plusieurs (jusqu'à quatre) calices en voie de formation.

Dans un autre spécimen de la même espèce, se voit aussi un cas de parasitisme assez curieux.

Une jeune *Chama* s'est fixée sur un calice de formation récente. La muraille s'est élevée sans le polype qui a dû succomber presque au début de son évolution, quand le Lamellibranche est venu s'échouer sur lui; elle s'est considérablement déformée en se

moulant sur les deux valves épaisses du Mollusque. Sur cette muraille bosselée, il s'est édifié peu à peu sept nouveaux calices : la colonie compense ainsi largement la perte causée par l'action destructive du Bivalve.

Malgré les espaces relativement considérables qui séparent parfois les calices les uns des autres chez les *Galaxea*, ces Madréporaires réparent avec une étonnante facilité les dommages causés à leur surface. Sur l'un des exemplaires de *Galaxea fascicularis* L. dont il est question plus haut, des débris de coquilles et des fragments de polypiers morts sont tombés en plusieurs endroits ; ils ont été recouverts par les polypes voisins et, sur la lame vivante ainsi constituée, de nouveaux polypes ont été bourgeonnés, à la place de ceux qui ont été lésés par les corps étrangers. Le bourgeonnement, dans les plages nécrosées par une cause ou par une autre, se fait, dans certains cas, avec une surprenante activité. Sur l'une d'elles, dans la même colonie, un polype resté vivant parmi d'autres, tous morts, autour de lui, a bourgeonné sensiblement au même niveau toute une couronne de nouveaux polypes de remplacement. De même, tous les polypes entourant l'aire morte ont proliféré abondamment sur leur face tournée vers la partie détruite, pour combler le vide laissé par celle-ci.

Ces faits de réparation ne sont, du reste, pas particuliers aux *Galaxea*. Grâce à cette sorte de solidarité qui semble exister entre les polypes d'une même colonie de Madréporaires, grâce aussi à l'intensité du bourgeonnement chez eux, il n'est pas d'animaux qui s'accommodent aussi bien qu'eux des commensaux et des parasites qui, parfois, s'abattent sur eux en nuées, des couches superficielles de la mer ; il vrai que le gîte offert aux intrus se transforme souvent pour eux en un tombeau.

ZOOLOGIE. — *Morphologie et structure histologique de l'appareil digestif des larves des Lépidoptères*. Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'*appareil digestif* des Chenilles des Lépidoptères est très simple, très uniforme quant à la morphologie et à la disposition générale de ses diverses parties, et l'on ne constate, d'une famille à l'autre, que des variations de détail. C'est un tube droit, qui comprend trois parties, très caractéristiques et d'inégale importance : l'*intestin antérieur*, l'*intestin moyen* et l'*intestin terminal*.

Le premier est court et généralement cylindrique. Il est constitué par un *pharynx* et un *œsophage*. L'œsophage ne se continue pas directement du

côté interne, avec les parois de l'intestin moyen, mais se prolonge, dans l'axe de ce dernier, en forme de tube très court où de manchon évasé, constituant la valvule œsophagienne. Nous avons décrit, en 1894, une disposition analogue chez les Hyménoptères ([1]).

L'*intestin moyen* de la plupart des larves de Lépidoptères est large, tubuleux et occupe la presque totalité de la région médiane du corps. Son extrémité antérieure est marquée par la présence de tubercules coniques ou hémisphériques, disposés circulairement et de nature glandulaire. Le reste de l'organe, dans beaucoup d'espèces, est marqué par la présence de *quatre* dépressions longitudinales : une dorsale, une ventrale et deux latérales. Les dépressions dorsale et ventrale sont les plus accusées; la dorsale surtout est très apparente. Extérieurement, l'intestin moyen d'un grand nombre de Chenilles est parcouru par des sillons circulaires, séparés par des bourrelets parallèles et constitués par de gros faisceaux de muscles annulaires. Ces divers faisceaux s'atténuent aux quatre dépressions antéropostérieures en passant sous les muscles longitudinaux.

Un sillon transversal postérieur sépare l'intestin moyen de l'*intestin terminal*. Ce dernier est tantôt cylindrique, tantôt, au contraire, il présente, sur son trajet, deux dilatations ou ampoules ovoïdes. C'est à son origine que viennent déboucher les *tubes de Malpighi*. Ces derniers sont partout, chez les Chenilles de Papillons, au nombre de *six* (sauf chez les *Carpocapsa*, où il n'y en a que *quatre*), disposés par groupes de *trois*, de chaque côté de la partie initiale de l'intestin postérieur. Les deux canaux collecteurs latéraux, qui partent des deux vésicules urinaires, ont leurs orifices terminaux opposés et situés aux extrémités d'un même diamètre. Chez la plupart des Chenilles de Papillons, les vaisseaux malpighiens sont irréguliers et variqueux, rarement cylindriques; parfois on rencontre, chez la même espèce, les deux dispositions : la première partie du canal est à peu près régulièrement tubuleuse, tandis que le reste de l'organe est moniliforme.

Nous avons également étudié, *au point de vue histologique*, les diverses parties de l'appareil digestif des larves des Lépidoptères. Nos recherches sur les Chenilles d'*Io Irene* Boisduval, d'*Arctia caja* L., d'*Acherontia atropos* L., de *Sphinx convolvuli* L., de *Pleretes matronula* L., de *Carpocapsa pomonella* Fr., peuvent être considérées comme générales et s'appliquer à l'ordre tout entier.

([1]) L. BORDAS, *Appareil glandulaire des Hyménoptères* (Thèse de Doctorat ès sciences, 1894).

Le *pharynx* et l'*œsophage* présentent à peu près la même structure. En partant de l'extérieur, on trouve successivement les assises suivantes :

1° Une épaisse couche musculaire annulaire; 2° quelques faisceaux longitudinaux, peu abondants et surtout localisés à la base des replis que forme l'épithélium interne; 3° une mince lamelle conjonctive, membrane basilaire ou *propria*, qui sert de support à l'assise cellulaire chitinogène; 4° l'épithélium chitinogène, homologue à l'hypoderme du tégument externe et composé d'une seule assise de cellules. Il est caractérisé par ses nombreux replis qui donnent à la lumière de l'organe une forme irrégulière et sinueuse. Les cellules sont aplaties, à parois latérales peu apparentes et à contenu protoplasmique, granuleux extérieurement et légèrement strié du côté interne. Les noyaux sont volumineux.

5° Enfin vient, du côté interne, la cuticule ou *intima* chitineuse, très plissée et d'épaisseur variable. C'est au sommet des replis qu'elle atteint son maximum d'épaisseur, tandis qu'elle est beaucoup plus mince et à parois parallèles au fond des dépressions. Le sommet de ces replis porte généralement des denticules chitineux. On peut distinguer facilement, surtout dans la région pharyngienne, deux zones très nettes dans l'*intima*: une partie interne, hyaline, transparente, compacte et non colorable par les réactifs et une région profonde, à structure finement striée et se continuant insensiblement avec le cytoplasme sous-jacent. Elle prend, sous l'action des colorants, une teinte plus ou moins foncée. La ligne de démarcation des deux régions de l'*intima* n'est pas nettement caractérisée. Cette disposition, en assises concentriques, nous permet de considérer, dans le cas actuel, la cuticule comme le résultat de la solidification ou modification progressive du protoplasme cellulaire.

Au sujet de l'histologie de *l'intestin moyen*, nous avons successivement étudié les parties suivantes : la *membrane péritrophique*, les *bourrelets glandulaires*, le *revêtement ciliaire*, *l'épithélium intestinal* et les *cryptes génératrices*.

Il existe, à l'origine de l'*intestin moyen* de presque toutes les larves de Lépidoptères, un certain nombre de bourrelets, disposés suivant deux demi-cercles et ne présentant que deux solutions de continuité sur les lignes médio-dorsale et médio-ventrale. Ces bourrelets sont des sortes d'évaginations internes, irrégulières et en forme de doigts de gant. Leur cavité s'ouvre dans le canal alimentaire par un petit pertuis. La structure des hautes cellules qui tapissent ces cryptes si caractéristiques permettent de leur attribuer un rôle nettement sécréteur.

La *membrane péritrophique* est produite par la sécrétion d'une bande de cellules génératrices, marquant l'origine de l'intestin moyen, cellules modifiées et adaptées à des fonctions toutes spéciales.

La partie la plus importante de la paroi *intestinale moyenne* est constituée par l'épithélium. Ce dernier est formé de cellules cylindriques, allongées

et reposant sur la *membrane basale* qui les sépare de la couche musculaire annulaire. La face interne de cet épithélium est plus ou moins régulière et porte de nombreux globules d'excrétion suivant le degré d'activité physiologique de l'organe. D'autre part, on y constate aussi l'existence d'une bordure ciliée en brosse, composée par des cils longs, minces, rigides et immobiles. Entre certains replis épithéliaux, au fond des dépressions, existent des cryptes contenant de nombreux noyaux et cellules, qui sont des éléments générateurs destinés à remplacer les cellules qui ont disparu à la suite de l'acte sécrétoire. Enfin, tout à fait à l'extérieur, existent deux assises musculaires (*circulaires* et *longitudinales*) et une très mince *membrane péritonéale* enveloppant l'organe tout entier.

L'épithélium de l'*intestin terminal* est irrégulier, plissé et constitué par de larges cellules aplaties, à contours latéraux indistincts. Le tout est limité par une mince cuticule chitineuse, hyaline, transparente et portant parfois de fines denticulations.

ZOOLOGIE. — *Les parasites de la Mouche des olives en Tunisie.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

La Mouche des olives (*Dacus oleæ* Rossi) peut être considérée comme le plus grand fléau de l'oléiculture et c'est par dizaines de millions qu'on évalue les dégâts occasionnés annuellement par cet Insecte dans le bassin méditerranéen.

En raison des difficultés inhérentes aux traitements par les insecticides, lorsqu'il s'agit de cultures aussi étendues que celles de l'Olivier, l'étude des parasites vivant aux dépens du *Dacus* et capables de limiter sa propagation se présente naturellement à l'esprit comme pouvant avoir un intérêt pratique prépondérant.

En Europe cette étude a déjà été conduite assez loin, grâce aux travaux des naturalistes italiens des écoles de Berlese et de Silvestri : ils ont reconnu que les parasites européens du *Dacus* sont en quelque sorte occasionnels et polyphages, vivant notamment à l'intérieur des galles produites par les Cynipides des Chênes, ou sur des larves mineuses de divers Insectes. Aussi ne parasitent-ils guère le *Dacus* que pendant les premiers temps du cycle annuel des générations, abandonnant ensuite la Mouche des olives pour leurs hôtes préférés. C'est pour cette raison que Berlese estime qu'il n'y a guère à compter sur le secours apporté par ces parasites européens du *Dacus*;

car au lieu de se multiplier en même temps que les générations successives de la Mouche, comme c'est le cas pour les parasites attitrés des autres Insectes, ils diminueraient progressivement et à tel point qu'à la dernière génération des Mouches ils seraient complètement disparus.

C'est en se plaçant au même point de vue que Silvestri arrive à penser qu'il doit exister ailleurs qu'en Europe, dans les pays représentant la patrie primitive de l'Olivier ou se trouvant en connexion avec elle, d'autres parasites du *Dacus* étroitement adaptés à cette espèce, et susceptibles d'en réfréner la multiplication avec une efficacité plus grande que ne peuvent le faire nos parasites indigènes.

En me basant sur des considérations de cet ordre, je me suis attaché à rechercher si le *Dacus oleæ*, au point de vue de ses relations avec ses ennemis naturels, se trouvait, dans la partie septentrionale de l'Afrique, dans les mêmes conditions qu'en Europe. Mes premières observations faites sur place en Tunisie ont été continuées à Paris, grâce à une succession d'envois régulièrement espacés.

Les nombreux Hyménoptères parasites du *Dacus* que j'ai pu ainsi obtenir dans mes élevages se répartissent jusqu'à présent en trois espèces : deux Chalcidiens, l'*Eulophus pectinicornis* L. et l'*Eupelmus urozonus* Dalm., et un Braconide, l'*Opius concolor* Szepl.

Les deux premiers sont déjà connus comme parasites du *Dacus oleæ* dans l'Europe méridionale; mais le troisième, l'*Opius concolor* (¹) (*fig.* 1), est un Braconide nouveau, spécial jusqu'ici à l'Afrique du Nord, que j'ai trouvé pour la première fois à Sousse au mois d'avril dernier et qui me paraît devoir jouer un rôle important pour refréner la multiplication de la Mouche des olives.

C'est en effet le premier parasite interne du *Dacus* qui ait été signalé jusqu'ici : se multipliant toute l'année aux dépens de cet Insecte, il passe l'hiver à l'état de larve ou de nymphe dans la pupe même de la Mouche. Voici d'ailleurs quelques indications résultant de mes observations sur sa biologie.

L'*Opius concolor* s'attaque à la larve du *Dacus* se trouvant encore dans l'olive et n'ayant pas atteint tout son développement. Il passe par deux stades larvaires successifs, très différents l'un de l'autre : le premier (*fig.* 3) présente une large extrémité céphalique avec de très grands crochets mandibulaires rappelant les mêmes

---

(¹) Voir la note que j'ai antérieurement publiée sur cet Insecte (*Bull. Soc. entom. de France*, 13 juillet 1910, p. 243).

organes chez la larve primaire des Platygaters. La seconde forme larvaire (*fig.* 2),

Fig. 1. — *Opius concolor*, parasite interne du *Dacus oleæ*. Gr. = 15 environ.

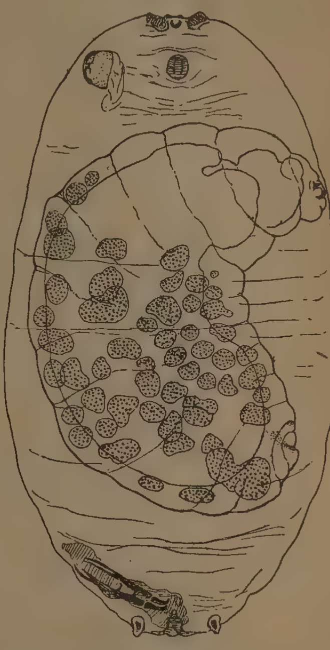


Fig. 2. — Larve secondaire de l'*Opius* à l'intérieur d'une pupe de *Dacus*, après éclaircissement par le xylol. En haut et à gauche, on voit la dépouille de la larve primaire. Gr. = 20 environ.



Fig. 3. — Dépouille correspondant à la larve primaire de l'*Opius* (partie céphalothoracique), très fortement grossie.

hérissée d'une multitude de papilles, offre la forme banale des larves d'Hyménoptères. On rencontre la première forme dans la larve du *Dacus* encore incluse dans

l'olive et n'ayant pas achevé sa croissance. La seconde se trouve dans les pupes du Diptère; à l'intérieur de ces dernières, lorsqu'elles sont parasitées par l'*Opius*, on peut observer d'une façon constante la dépouille correspondant à la première forme larvaire et caractérisée par ses grands crochets, qui gît à côté de la deuxième forme larvaire, de la nymphe, ou de l'imago du parasite, suivant l'évolution plus ou moins avancée de ce dernier (*fig.* 2).

Sur un lot de pupes de *Dacus* qui ont été récoltées à la fin de l'année dernière, dans les silos où l'on emmagasine les olives, j'ai observé une très forte proportion d'exemplaires contenant à leur intérieur la larve ou la nymphe de l'*Opius*, de telle sorte qu'on peut être certain qu'au printemps prochain tout un essaimage de ces utiles parasites s'échappera des pupes du Diptère.

Or jamais, en Europe, on ne rencontre, pendant l'hiver, la Mouche des olives associée à un parasite et les pupes qui s'entassent souvent en grand nombre dans tous les endroits où l'on a laissé séjourner des olives se transforment au printemps suivant, sans que le nombre des Mouches ait été, en aucune façon, réduit par l'intervention d'un Insecte auxiliaire. Au contraire, en Tunisie, lorsque les *Opius*, par suite de conditions locales ou de conditions climatériques annuelles qu'il resterait à préciser, se multiplient en suffisance, les foyers de multiplication du *Dacus* qui sont constitués par tous les endroits où les olives ont pu séjourner après la récolte, deviennent en même temps des foyers de dissémination pour les *Opius* : ces derniers tendent alors à rétablir l'équilibre, de telle sorte qu'une phase de grande invasion peut être suivie d'une période de rémission dans les dégâts exercés par l'espèce nuisible.

L'*Opius concolor* constitue donc un chaînon essentiel dans la série des espèces parasites qui encerclent et limitent l'extension du *Dacus* ; il forme un élément indispensable pour obtenir, suivant les principes de Howard et Fiske, la séquence ininterrompue des attaques successives auxquelles il importe que l'espèce nuisible soit soumise pendant toute la durée de son cycle évolutif.

Pour la Tunisie, il importera donc, en se basant sur la biologie de cet Insecte, de le protéger et de porter la moindre atteinte possible à son expansion, toutes les fois qu'on prendra des mesures préventives ou destructives contre le *Dacus*.

Pour la France, il est tout indiqué de chercher à combler la lacune qui résulte de l'absence en Europe de ce parasite et j'ai pris les dispositions utiles pour tenter de réaliser, dans notre région méridionale, l'importation et la naturalisation de cet auxiliaire.

ANATOMIE. — *Sur les logettes aponévrotiques des muscles intercostaux et leur signification en Physiologie et en Médecine.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Edmond Perrier.

En disséquant l'espace intercostal de quelques animaux de l'espèce canine, j'ai remarqué que les muscles intercostaux étaient divisés en une multitude de faisceaux qui se trouvaient logés dans de petites niches aponévrotiques. J'ai soigneusement enlevé toutes les fibres charnues de l'espace et j'ai pu constater ainsi que les côtes débarrassées des muscles se trouvaient encore réunies par de fibres conjonctives formant des logettes. L'ensemble de la préparation présente une ressemblance frappante à un accordéon de musique. Deux côtes ainsi décharnées et réunies seulement par ces ligaments plus ou moins épais peuvent soutenir une certaine résistance à l'écartement, ce qui démontre la force de ces fibres et la solidité de leur insertion.

J'ai rencontré dans les champs de petits oiseaux (alouette, grive, etc.), disséqués naturellement par les insectes, qui avaient dévoré tout ce qui est musculaire du petit tronc de l'animal et avaient négligé les traînées connectives formant des logettes analogues en forme de X, de O, etc.

Mes dissections sur d'autres Vertébrés m'ont fait voir que les deux muscles intercostaux étaient séparés l'un de l'autre par une aponévrose uniforme, laquelle envoie des fibres d'insertion aux côtes voisines. Dans l'espace intercostal d'un Chamélidé d'Égypte, cette aponévrose était très développée et séparait nettement les deux intercostaux.

Lorsqu'on fait bouillir les côtes avec leurs muscles intrinsèques, celles du mouton, du veau, par exemple, on peut facilement énucléer la côte osseuse de son manchon aponévrotique. Ce dernier sert en réalité à l'insertion des muscles intercostaux et s'unit à l'os par les fibres de Scharpez, qu'il est facile de détruire par l'action de la chaleur prolongée.

Le muscle intercostal interne est toujours plus mince que l'intercostal externe, d'après nos dissections personnelles. Il est inexact de dire que l'artère intercostale chemine dans un dédoublement du premier de ces muscles, même partiellement (Souligoux, Poirier, etc.). C'est un dédoublement, un pli de l'aponévrose qui donne insertion à quelques fibres de l'intercostal interne et qui forme un canal pour le passage du paquet vasculo-nerveux.

Les anatomistes se sont longtemps occupés de la fonction inspiratrice ou expiratrice des muscles intercostaux. Poirier, après avoir résumé toutes les hypothèses, conclut qu'ils n'ont peut-être aucune action, étant donné que ce sont des organes de régression. Merkel pense de même; mais il semble qu'il

n'en est rien, puisque les oiseaux eux-mêmes, qui ont des pectoraux sept fois plus développés que ceux de l'homme, présentent les mêmes particularités anatomiques. Les productions conjonctives, loin d'être ici l'indice de la régression du muscle, semblent constituer, d'après la conception de Wiedersheim, une partie de squelette abritant le muscle multiplié en nombreux petits faisceaux, favorisant le passage des vaisseaux et des nerfs multiples, peut-être même isolant les petits faisceaux musculaires, comme dans les câbles, si l'on accepte la théorie électrique de la contraction musculaire. Fait capital, le mouvement respiratoire général n'est que la résultante algébrique des différents mouvements respiratoires *élémentaires*, ainsi que l'a montré l'École de Marey.

De toute façon, la respiration, qui est un des actes complexes de la vie, sera modulée, nuancée, réglementée par cet élégant accordéon naturel constitué par l'ensemble des os, des muscles et des formations conjonctives, en particulier, que cette Note avait pour but de décrire brièvement.

En Pathologie chirurgicale, les abcès ossifluents resteront limités, encerclés par des logettes aponévrotiques. Celles-ci serviront aussi de travées de conjonction dans le cas de résection costale, en s'imprégnant d'ostéoblastes et formant une cuirasse solide pour combler le vide produit par le chirurgien.

RADIOGRAPHIE. — *Nouvelle méthode permettant de constater par la Radiographie si un enfant, déclaré né mort, a vécu ou n'a réellement pas vécu.* Note [1] de M. **Ch. Vaillant**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans la séance du 4 mai 1908 [2], M. Edmond Perrier a présenté en mon nom une Note intitulée : « Nouvelle méthode permettant de constater par la radiographie si un enfant déclaré né mort a vécu ou n'a réellement pas vécu. »

Chaque fois qu'un enfant a vécu, ses organes abdominaux, estomac et intestins, sont visibles sur le cliché radiographique. Quand il n'a pas vécu, aucun organe n'est visible.

A la suite de cette Communication, deux Notes contradictoires furent adressées à l'Académie : la première, présentée le 18 mai 1908 par M. Bou-

---

(1) Présentée à la séance du 3 janvier 1911.

(2) Ch. Vaillant, *Comptes rendus*, t. 146, p. 921.

chard, au nom de M. Bouchacourt [1]; la seconde, le 1er juin 1908, par M. d'Arsonval, au nom de M. Bordas [2].

I. Dans sa Note, M. Bouchacourt essaye de démontrer que l'estomac peut être visible : 1° Chez des enfants n'ayant pas vécu, mais insufflés; 2° chez des fœtus morts depuis plus de 48 heures.

1° *Fœtus insufflés.* — Contrairement à l'opinion de l'auteur de la Note, nous présentons des radiographies de fœtus insufflés normalement, mais n'ayant pas été ranimés; les poumons seuls sont transparents du fait d'une insufflation rationnelle; pas la moindre trace de gaz dans l'estomac ni dans l'intestin; ce qui confirme pleinement nos précédentes conclusions : *Enfants n'ayant pas vécu.*

2° *Chez les fœtus morts depuis plus de 48 heures.* — L'auteur de la Note nous dit lui-même qu'ils avaient vécu puisqu'il les radiographie 48 heures après leur mort.

Nouvelles recherches exécutées pendant la période de putréfaction. — 1° *Fœtus n'ayant pas vécu.* — Aucun organe n'est visible si la radiographie est exécutée après le huitième jour en été et le quinzième en hiver; plus tard, chez les sujets conservés en frigorifique, tout le système artériel et veineux devient visible sur le cliché du fait de la putréfaction qui commence dans les organes ayant fonctionné pendant la vie intra-utérine débutant par le sac péricardique, et s'étendant vers les membres en augmentant de jour en jour.

2° *Fœtus ayant vécu.* — Radiographies exécutées pendant la période de putréfaction. Tous les organes sont visibles; si la radiographie est exécutée tardivement, le dixième jour après la mort, la seule modification constatable est une augmentation de gaz dans les organes abdominaux, enregistrée par la radiographie. Il n'y a donc aucune cause d'erreur dans l'interprétation des résultats obtenus sur les radiographies des fœtus ayant ou n'ayant pas vécu, soit qu'on opère aussitôt la mise au monde, soit qu'on opère tardivement, puisque les résultats sont encore différents dans ces deux cas.

II. Dans sa Note, M. Bordas estime que la docimasie pulmonaire hydrostatique est le seul moyen qui permet actuellement à un expert d'affirmer qu'un nouveau-né a respiré, tous les autres procédés étant sujets à un certain nombre de causes d'erreurs.

---

(1) Bouchacourt, *Comptes rendus*, t. 146, p. 1019.
(2) Bordas, *Ibid.*, t. 146, p. 1170.

De l'avis de nombreux médecins légistes, il résulte : 1° que le procédé de docimasie pulmonaire hydrostatique est une méthode inexacte dans un cas (insufflation), 2° que le procédé proposé par l'auteur de la Note (radiographie pulmonaire), basé sur les mêmes données et publié dans le *Traité d'infanticide* de M. Brouardel, ne permet pas non plus de différencier un fœtus ayant vécu d'un autre n'ayant pas vécu, mais ayant été insufflé, puisque dans les deux cas les poumons sont transparents sur la radiographie et qu'ils surnageraient si l'on procédait par la méthode de docimasie pulmonaire hydrostatique.

L'auteur de la Note estime que l'épreuve du Dr Breslau (docimasie gastro-intestinale) et par conséquent la radiographie intestinale sont moins sensibles que la docimasie pulmonaire, que le procédé conseillé par M. Vaillant incite de plus les médecins experts à conclure à un infanticide sans pratiquer l'autopsie du nouveau-né, que mes recherches faites sur des cadavres entiers m'auraient donné d'autres renseignements si j'avais opéré sur les organes séparés.

C'est justement pour ne pas tomber dans les mêmes conclusions que l'auteur de la Note, conclusions que mes travaux infirmaient dès l'année 1896, que mes recherches ont été exécutées sur le cadavre complet.

III. Je laisse à d'autres le soin d'étudier et d'expliquer les faits signalés en 1908 et que je confirme après deux nouvelles années de recherches. Dès qu'un enfant a eu un cri, un seul, la radiographie enregistre ce phénomène, et c'est l'estomac qui est le premier organe perceptible, augmentant de volume et de visibilité au fur et à mesure que la vie progresse; le second organe est l'intestin, qu'on voit commencer à se déplisser, puis ce n'est que plus tardivement que la masse pulmonaire devient apparente. C'est pourquoi j'avais dit dans ma première Communication : *La radiographie de la masse pulmonaire, ne permettant d'obtenir un renseignement que très tardivement, ne devrait jamais être employée que comme complément d'investigation.* Il n'a jamais été dans mon idée de chercher à substituer la radiographie aux médecins légistes, mais il y aurait tout intérêt à ce que la méthode radiographique gastro-intestinale, procédé mécanique à l'abri des errements, devienne l'auxiliaire de la Médecine légale. En effet, elle enregistre des phénomènes que l'œil, moins sensible que la plaque photographique, ne perçoit pas, phénomènes qui peuvent passer inaperçus à l'autopsie; elle fournit des renseignements beaucoup plus précoces que les procédés anciens connus, à la condition que la radiographie soit exécutée sur le cadavre complet et non à la suite de l'autopsie sur les organes séparés.

Conclusions. — Les conclusions présentées en 1908 se trouvent donc confirmées et augmentées du fait de nouvelles recherches exécutées au sujet de la putréfaction fœtale, complément indispensable de notre premier travail représentant 14 années de recherches.

CYTOLOGIE. — *La réduction plasmatique dans la spermatogenèse de l'*Ascaris megalocephala. Note de M. **Marc Romieu**, présentée par M. Edmond Perrier.

H. Munk (1) en 1858 observa que les spermatides de l'*Ascaris*, au moment de leur formation, expulsaient une substance visqueuse. Van Beneden et Ch. Julin (2) étudièrent avec soin ce phénomène et donnèrent à cette sécrétion le nom d'ailleurs malheureux de *cytophore*. Pour eux, cette sécrétion dériverait « des segments chromatiques du noyau ». Pour R. von Erlanger (3) au contraire le cytophore représenterait les restes du fuseau de réduction.

Tretjakoff (4), Marcus (5), A. Mayer (6) ont montré que le cytophore rejeté constituait ce que O. Hertwig (7) a appelé les *Zwischenkörperchen* et qu'il avait pris pour des cellules abordives de la lignée séminale.

J'ai pu vérifier l'exactitude de cette observation et observer moi-même d'autres faits du même ordre, à savoir un autre phénomène d'expulsion cytoplasmique.

A un certain moment, peu après l'expulsion du cytophore, j'ai vu la carapace de sphérules réfringentes déjà grosses qui entoure la spermatide s'interrompre pour livrer passage à une expansion du cytoplasme intérieur que je propose de nommer *lobe protoplasmique*. Ce lobe, qui apparaît sous la forme d'un petit cône finement granuleux et colorable par les colorants plasmatiques, grandit peu à peu de manière à

(1) H. Munk, *Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden* (*Zeitschr. wiss. Zool.*, t. IX, 1858).

(2) Van Beneden et Ch. Julin, *La spermatogenèse chez l'Ascaride megalocéphale* (*Bull. Acad. Belgique*, 3e série, t. VII, 1884).

(3) R. von Erlanger, *Beiträge zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas, etc.* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. XLIX, 1897).

(4) D. Tretjakoff, *Die Spermatogenese bei Ascaris megalocephala* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXV, 1905).

(5) H. Marcus, *Ei- und Samenreife bei Ascaris canis* (*Arch. f. Mikr. Anat.*, t. LXVIII, 1906).

(6) A. Mayer, *Zur Kenntnis der Samenbildung bei Ascaris megalocephala* (*Zoolog. Jahrb.*, t. XXV, 3, 1908).

(7) O. Hertwig, *Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden* (*Arch. f. Mikr. Anat.*, t. XXXVI, 1890).

atteindre un volume assez considérable qui est parfois le double de celui du corps de la spermatide. Cette formation a été probablement aperçue par divers auteurs comme Tretjakoff (*loc. cit.*), Scheben (1) chez *Ascaris megalocephala;* Marcus (*loc. cit.*) chez *Ascaris canis;* ils l'ont interprétée de façon diverse, mais aucun à mon sens n'en a compris la véritable signification. Il ne s'agit point là comme ils l'ont cru de l'ébauche de telle ou telle partie du spermatozoïde, mais bien d'un phénomène d'expulsion de substance cytoplasmique. J'ai trouvé en effet entre les spermatides plus avancées en développement, des corps protoplasmiques plus ou moins sphériques, dépourvus de noyau, et contenant des amas de granulations colorables par l'hématoxyline ferrique de Heidenhain et tout à fait comparables aux *tingierbare Körner* de von Ebner (2). Ces corps résiduels, comme j'ai pu le constater, résultent de l'expulsion des lobes protoplasmiques par pédiculisation progressive.

Des phénomènes d'expulsion cytoplasmique comparables ont été décrits par Meves (3) chez le *Cobaye*, von Korff (4) chez *Phalangista*, A. et K. Schreiner (5) chez *Myxine*, Broman (6) chez *Rana*, von Ebner (*loc. cit.*), Regaud (7), Duesberg (8) chez le *Rat*, Struckmann (9) chez *Strongylus*, Vejdovsky (10) chez les *Turbellariées*, Bösenberg (11) chez les *Aranéides*, Field (12) chez les *Échinodermes*, etc.

---

(1) L. Scheben, *Beiträge zur Kenntnis der Spermatozoons von Ascaris megalocephala* (*Zeit. wiss. Zool.*, t. LXXIX, 1905).

(2) Von Ebner, *Zur Spermatogenese bei den Säugetieren* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. XXXI, 1888).

(3) F. Meves, *Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinschens* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LIV, 1899).

(4) Von Korff, *Zur Histogenese der Spermien von Phalangista vulpina* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LX, 1902).

(5) K. et A. Schreiner, *Zur Spermienbildung der Myxinoiden* (*Arch. f. Zellforsch.*, I, 1908).

(6) J. Broman, *Ueber Bau und Entwicklung der Spermien von Rana fusca* (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXX, 1907).

(7) Cl. Regaud, *Étude sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogenèse chez les Mammifères* (*Arch. d'Anat. micr.*, t. IV, 1901).

(8) J. Duesberg, *La spermiogenèse chez le Rat* (*Arch. f. Zellforsch.*, t. II, Heft 1, 1908).

(9) C. Struckmann, *Eibildung, Samenbildung und Befruchtung von Strongylus filaria* (*Zool. Jahrb.*, t. XXII, n° 3, 1905).

(10) Vejdovsky, *Zur vergl. Anatomie der Turbellarien*, II (*Zeit. wiss. Zool.*, t. LX, 1895).

(11) Bösenberg, *Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Arachnoiden* (*Zool. Jahrb. An.*, t. XXI, 1905).

(12) Field, G.-W., *On the morphology and physiology of the Echinoderm spermatozoon* (*J. Morphol.*, t. XI, 1895).

Je propose de donner à ces phénomènes le nom de *phénomènes de réduction plasmatique*, car c'est grâce à eux que la spermatide, sur le point de se transformer en spermatozoïde, se débarrasse de son excès de cytoplasme, réalisant ainsi la diminution de taille qui caractérise la spermatide par rapport au spermatozoïde mûr, en même temps que l'épuration cytoplasmique.

Il ne me semble pas possible d'admettre l'opinion de Struckmann qui pense qu'on aurait affaire à une substance nutritive épanchée, car cette masse protoplasmique reste attachée à la spermatide jusqu'à ce qu'elle soit entièrement vacuolisée et par conséquent doit être consommée par elle. Je crois au contraire qu'il s'agit d'un fait d'épuration et de réduction quantitative du plasma de la spermatide; la vacuolisation ne serait qu'un phénomène de dégénérescence et non l'indice d'une digestion.

Je pense que ces phénomènes de réduction plasmatique sont tout à fait généraux et que par une étude plus attentive on les retrouvera dans toutes les spermatogenèses. Ils permettent d'expliquer facilement la diminution de taille qui caractérise le spermatozoïde par rapport à ses cellules mères.

Dans le cas de l'*Ascaris megalocephala*, la spermatide éprouverait donc, selon moi, *deux réductions cytoplasmiques successives :* la première, représentée par l'expulsion du cytophore qui donne les *Zwischenkörperchen;* la deuxième, par l'émission de ce que j'ai nommé le *lobe protoplasmique* qui, après s'être détaché, constituerait les *corpuscules résiduels* que j'ai eu l'occasion d'observer entre les spermatides.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du manganèse sur le développement de l'*Aspergillus niger. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **M. Javillier**, présentée par M. E. Roux.

L'influence favorable exercée sur la végétation par certains éléments : manganèse, bore, zinc, etc., lorsqu'on les ajoute individuellement à l'état de traces au sol ou au milieu de culture, a été mise en évidence d'une manière certaine dans ces dernières années ([1]).

Nous nous sommes demandé si cette influence était cumulative; s'il était possible, en ajoutant à la fois deux ou trois de ces éléments, d'obtenir des augmentations de récolte supérieures à celles qu'on obtient par l'addition d'un seul.

Nous avons choisi comme éléments le manganèse et le zinc; comme plante, l'*Aspergillus niger* V. Tgh. Les effets du zinc sur cette moisissure sont bien

([1]) Voir Gab. Bertrand, *C. R. Congrès int. Chim. appl. Londres*, 1909.

connus depuis les recherches de Raulin, étendues et précisées par l'un de nous [1]. Ceux du manganèse le sont beaucoup moins et nous avons dû en reprendre l'étude avant d'aborder la question que nous nous étions posée. Ce sont les résultats obtenus à ce sujet que nous donnons aujourd'hui.

Au début de ses recherches sur l'alimentation minérale de l'*Aspergillus niger*, en 1863, Raulin considérait le manganèse comme un élément très utile et presque nécessaire au développement de cette moisissure. Dans la suite, il découvrit l'importance, passée d'abord tout à fait inaperçue, du fer et du zinc, et il n'obtint plus avec le manganèse que des résultats inconstants. « Faut-il en conclure, écrivit-il dans sa Thèse, que les sels de manganèse ont agi par les sels de fer ou de zinc qu'ils pouvaient contenir ou bien que le manganèse remplace le fer (ou même le zinc) physiologiquement, comme il le remplace souvent dans les réactions chimiques? » Il ajouta qu'il ne saurait se prononcer à cet égard et supprima même le manganèse de la formule définitive de son milieu de culture [2].

Gössl [3], en 1905, obtint, par addition de sulfate de manganèse à des cultures d'*Aspergillus niger* ou de *Penicillium glaucum*, des accroissements de récolte variables avec les milieux. Mais il ne se mit pas suffisamment en garde contre les causes d'erreur signalées par Raulin : il utilisa des sels purs du commerce sans ajouter s'il avait vérifié leur degré de pureté, notamment au point de vue du zinc.

En nous servant de produits purifiés avec le plus grand soin, nous avons cherché si le manganèse possède réellement une influence favorable et, dans ce cas, quelle dose de métal provoque les récoltes les plus abondantes.

L'examen minutieux des substances, même les plus pures du commerce, qui entrent dans le milieu de Raulin, nous a montré que plusieurs d'entre elles renferment des quantités appréciables de manganèse. Nous n'avons donc employé que des produits purifiés par nous. En outre, devant la difficulté d'éliminer complètement le manganèse du carbonate de magnésium et du sulfate ferreux, nous avons dû substituer à ces sels le sulfate de magnésium et le sulfate ferrico-ammonique, plus aisément purifiables. Quant au sulfate de manganèse, nous l'avons définitivement préparé à partir du bioxyde, précipité du permanganate de potassium par l'anhydride sulfureux.

---

[1] M. Javillier, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1212, et t. 146, 1908, p. 365.

[2] *Comptes rendus*, t. 57, 1863, p. 228, et *Thèse de Doctorat*, Paris, 1870.

[3] *Beih. bot. Cent.*, t. XVIII, p. 119.

Nous donnerons ici les résultats de la dernière expérience, résultats aussi concordants que possible avec ceux de six expériences antérieures.

La solution nutritive, modifiée comme nous l'avons dit et exempte de zinc, a été répartie par 100$^{cm^3}$, dans des flacons de $0^l,5$ en verre vert, à large ouverture. On a réservé une série de quatre flacons témoins, sans manganèse; dans les autres flacons, préparés également par séries, on a introduit des quantités de manganèse, sous forme de sulfate, allant de $0^g,0001$ à 2^g. Les cultures ont été faites à $+30°$-$31°$, dans une chambre thermostat. Après 5 jours, les mycéliums ont été lavés rapidement, exprimés, séchés et pesés. On y a dosé ensuite les cendres totales et le manganèse.

Manganèse introduit.	Dilutions.	Moyenne des poids secs.	Cendres.	Manganèse fixé.
mg		mg	mg	mg
0,0	témoin	610	22,7	0,0045
0,1	$\frac{1}{1000000}$	631	24,1	0,0056
0,2	$\frac{1}{500000}$	637	25,4	0,0063
1	$\frac{1}{100000}$	680	25,6	0,0091
10	$\frac{1}{10000}$	687	25,3	0,052
100	$\frac{1}{1000}$	700	25,3	0,540
200	$\frac{1}{500}$	782	29,4	1,100
300	$\frac{1}{333}$	803	31,7	1,800
500	$\frac{1}{200}$	951	38,5	2,500
1000	$\frac{1}{100}$	982	47,0	4,250
2000	$\frac{1}{50}$	170	11,9	0,530

Ces résultats montrent que le manganèse possède réellement une influence favorable sur le développement de l'*Aspergillus :* les récoltes augmentent d'abord assez vite avec la proportion de métal ajouté, puis de plus en plus lentement ; elles n'éprouvent une diminution qu'en présence de grandes quantités de manganèse. Mais, à ce moment, il faut sans doute attribuer le fléchissement de la courbe représentative du phénomène plutôt à l'action nuisible d'une pression osmotique excessive qu'à l'influence devenue nocive du manganèse.

L'attention doit surtout se porter, au point de vue de la démonstration cherchée, sur les résultats obtenus avec de très petites doses de manganèse. Dans ce cas, en effet, l'influence adventice des impuretés possibles du sel introduit devient tout à fait négligeable. D'autre part, l'augmentation du soufre apporté avec le manganèse n'entre plus en ligne de compte, car il y a déjà, dans les témoins eux-mêmes, un excès important du métalloïde disponible.

Il n'est pas sans intérêt d'observer que, malgré nos précautions, les récoltes témoins renfermaient des traces de manganèse. Ces traces devaient

provenir de l'attaque du verre; elles ont, en effet, varié avec la nature des vases, depuis un demi-millième de milligramme jusqu'à quatre millièmes et demi. Ceci donne à penser que, s'il était possible d'opérer dans des conditions où les cultures témoins soient rigoureusement exemptes de manganèse, on verrait s'abaisser encore la limite inférieure d'activité de l'élément catalytique.

On observera, enfin, que les quantités de manganèse utilisées par la moisissure sont très éloignées de celles qui lui sont offertes. Même dans le cas de très petites doses et contrairement à ce qu'on observe avec le zinc ([1]), l'*Aspergillus* ne fixe pas la totalité du métal.

Si l'utilisation du manganèse par les plantes supérieures a lieu de la même manière, cette observation suffit à expliquer les effets avantageux obtenus par l'addition de petites quantités de manganèse à des sols qui, cependant, en renferment déjà.

PHYSIOLOGIE. — *Étude comparée de quatre diastases digestives chez quelques espèces de Coléoptères.* Note de M. L. **Bounoure**, présentée par M. A. Dastre.

Les recherches que je poursuis sur les Coléoptères m'ont conduit à étudier comment varient en quantité et en qualité les sécrétions digestives chez un certain nombre d'Insectes de cet ordre. J'ai ainsi dosé la production de quatre diastases digestives principales dans l'intestin moyen de ces animaux; ce sont les résultats de cette étude de Physiologie comparée que je présente ici.

J'ai utilisé des animaux conservés le moins longtemps possible après leur capture, nourris au laboratoire avec les aliments qu'ils consomment le plus volontiers à l'état de liberté, et toujours régulièrement soumis, avant d'être disséqués, à un jeûne d'une durée moyenne, suffisante pour que la muqueuse intestinale ne puisse se ressentir du dernier travail digestif et pas assez longue pour que les animaux aient à souffrir des effets de l'inanition : une durée de jeûne d'un jour et demi, environ 36 heures à 40 heures, m'a paru être la plus convenable.

Le lot d'Insectes qui sert à une expérience est rapidement disséqué, sous la loupe binoculaire, dans l'eau physiologique à 7,5 pour 1000. Les intestins

---

([1]) M. Javillier, *Loc. cit.*

moyens, débarrassés des trachées, des lambeaux de corps gras et des tubes de Malpighi, sont fendus dans leur longueur et, ainsi ouverts, rincés dans de l'eau physiologique; ils sont ensuite rassemblés pour être pesés avec soin.

On les broie alors avec du sable fin de Fontainebleau, et la bouillie ainsi obtenue est additionnée d'une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100 à raison de 1^{cm^3} pour $0^g,05$ d'intestin. Cette préparation est mise à macérer pendant 4 heures, à l'étuve, à 30°-32°, avec un cristal de thymol. Au bout de ce temps, le liquide de macération est filtré sur papier à l'essoreuse. C'est dans cet extrait actif que sont recherchées et dosées les quatre diastases digestives suivantes :

1° Une diastase protéolytique, dissolvant la gélatine à 5 pour 100, et sans action appréciable sur l'ovalbumine coagulée;
2° Une lipase, saponifiant la monobutyrine;
3° Une amylase, saccharifiant l'empois d'amidon;
4° Une invertine, dédoublant le saccharose.

L'activité protéolytique du suc de macération d'intestin est étudiée sur des tubes de Mett de gélatine, à 5 pour 100, placés dans $2^{cm^3},5$ de suc actif, pendant 24 heures, à la température du laboratoire.

Pour le dosage de la lipase, j'ai employé la méthode classique : 10^{cm^3} d'une solution de monobutyrine à 1 pour 100 sont additionnés de 1^{cm^3} de suc actif et mis à l'étuve à 38°-40°, pendant 24 heures, au bout desquelles je dose l'acide butyrique mis en liberté au moyen d'une solution déterminée de CO^3Na^2; le nombre de gouttes de cette solution, nécessaire pour saturer l'acidité du liquide et compté avec une pipette donnant 20 gouttes au centimètre cube, mesure l'activité lipasique du suc étudié.

Enfin les diastases des hydrates de carbone sont étudiées en faisant agir pendant 24 heures, à 38°-40°, 2^{cm^3} de suc de macération d'intestin sur 10^{cm^3} d'empois fluoré d'amidon à 1 pour 100 ou 10^{cm^3} de solution fluorée de saccharose à 2 pour 100. Le dosage des sucres réducteurs est effectué par la très précise méthode de Mohr, perfectionnée par G. Bertrand. L'activité diastasique est mesurée par le nombre de milligrammes de sucre réducteur (exprimé en sucre interverti) qui est reconnu, après digestion, dans les 10^{cm^3} d'empois ou de solution de saccharose.

Les expériences dont je publie aujourd'hui les résultats ont porté sur *Dytiscus marginalis* L., *Hydrophilus piceus* L., *Geotrupes sylvaticus* Panz., *Melolontha vulgaris* Fabr., *Polyphylla fullo* L. (1). Pour chaque espèce, j'ai

(1) Des expériences déjà en cours, sur un certain nombre d'autres espèces, seront ultérieurement publiées et viendront, comme je peux déjà l'espérer, confirmer les résultats que je présente aujourd'hui.

fait quatre ou cinq expériences qui portent environ sur 50 individus de l'espèce considérée et qui sont suffisamment concordantes entre elles pour que d'autres essais ne modifient pas sensiblement les résultats déjà acquis. Voici, à titre d'exemple, le détail des résultats obtenus avec *Dytiscus marginalis* :

	Expériences 1.	2.	3.	4.	Moyenne.
Diastase protéolytique....	13,5	10	11	13,5	12
Lipase,..................	»	5	5	7	5,6
Amylase..................	12,54	8,74	7,69	11,05	10,00
Invertine................	»	0,97	1,02	0	0,66

Il suffit de considérer, pour les différentes espèces étudiées, les résultats moyens, en les rassemblant dans le Tableau suivant, qui permet la comparaison :

	Dytiscus marginalis. — Régime carnivore franc.	*Hydrophilus piceus.* — Régime herbivore pas absolu.	*Geotrupes sylvaticus.* — Régime coprophage.	*Melolontha vulg.* (Régime végétarien franc.)	*Polyphylla fullo.* (Régime végétarien franc.)
Diastase protéolytique.	12	6,1	4,8	1	0
Lipase..................	5,6	10,7	6	37,2	33,5
Amylase.................	10	56,07	43,60	38,7	49,1
Invertine...............	0,66	62,55	34,3	12,4	11,5

Du simple examen de ce Tableau il ressort :

1° Que les Dytiques, Insectes franchement carnivores, et les Mélolonthiens, Insectes franchement végétariens, occupent les deux bouts de l'échelle pour la production de diastase protéolytique : entre eux se placent les Hydrophiles, qui ne se nourrissent qu'occasionnellement et rarement de chair, et les Bousiers, qui, avec les détritus végétaux des fientes de Mammifères herbivores, absorbent une certaine proportion de résidus albuminoïdes éliminés normalement par le foie et l'intestin de ces Mammifères (produits biliaires, sécrétions intestinales, produits de desquammation, etc.);

2° Que, pour la production des diastases agissant sur les hydrates de carbone, il y a une différence considérable entre les Dytiques, d'une part, et les espèces végétariennes que nous avons étudiées ;

3° Qu'en ce qui concerne la digestion des graisses, les espèces herbivores (à part les Géotrupes, dont les aliments végétaux ont déjà été soumis à un

travail de digestion) paraissent infiniment mieux douées que les Dytiques carnivores.

D'où l'on peut conclure que le régime alimentaire est un facteur qui détermine, pour une part importante, la nature et l'activité des sécrétions digestives dans l'intestin des Insectes.

GÉOLOGIE. — *Sur le Primaire de la Sierra Morena.* Note de M. GROTH, présentée par M. Henri Douvillé.

Dans la région méridionale de la Meseta espagnole se trouve le bassin houiller de Belmez qui s'étend sur environ 100^{km} du Nord-Ouest au Sud-Ouest, où il atteint la vallée du Guadalquivir, à quelques kilomètres à l'est de Cordoue.

Nous n'avons eu l'occasion d'en étudier que la région nord de Peñarroya à Espiel. Il y a là une série de bassins houillers dont les couches dirigées NO-SE pendent constamment au Sud avec une inclinaison d'environ 60°. On y rencontre des conglomérats du Culm, des grès, des schistes et des couches de houille avec *Nevropteris*, *Stigmaria*, etc. Dans le bassin de Peñarroya se trouve une bande de calcaire compact à Encrines et *Productus*.

Ces bassins sont séparés par des anticlinaux formés de quartzites, schistes laminés, micaschistes et gneiss, dont le pendage varie de 45° à 85° Sud. Ce sont donc des plis déversés vers le Nord par une poussée venue du Sud, les schistes anciens se trouvant déversés au-dessus du Houiller.

Au nord des bassins houillers s'étend une région de sierras dont le sous-sol est formé de schistes souvent ardoisiers, de grès et de quartzites. Ces couches, dépourvues de fossiles, sont antérieures au Houiller.

Cet ensemble est limité au Nord par l'anticlinal gothlandien de Santa Eufemia, dont l'importance est exagérée par de nombreuses ondulations. Il constitue la bordure sud du petit bassin dévonien de Guadalmez, séparé de celui d'Almaden, situé à 15^{km} au Nord, par un anticlinal silurien.

Le bassin de Guadalmez est un synclinal régulier : sur les ampélites à *Monograptus* repose, vraisemblablement en concordance, une assise puissante de grès dont certains bancs sont couverts de pistes. C'est la base du Dévonien.

Au-dessus viennent des grès peu compacts, pétris de *Rhynchonella Stricklandi*, fossile qui, dans l'Eifel, caractérise le Coblentzien supérieur. Ces grès sont immédiatement recouverts par des calcaires avec intercalations

de bancs gréseux; la faune, assez riche, comprend le *Spirifer Verneuilli* et le *Productella Murchisoni*, fossiles caractéristiques du Dévonien supérieur.

Le Dévonien moyen n'est donc pas représenté.

Enfin l'axe du synclinal est occupé par des schistes argileux à *Cardium palmatum* et *Avicules* contenant des nodules à *Orthoceras* et à *Tornoceras simplex*. La présence de *Goniatites* dans ce Dévonien supérieur mérite d'autant plus d'être signalée qu'on n'en avait encore trouvé en Espagne que dans le Nord et dans les Baléares.

Il semble donc qu'il y ait eu un approfondissement du synclinal pendant la période dévonienne, les schistes à *Avicules* et *Goniatites* étant un dépôt de mer plus profonde que les grès de la base. En outre ce niveau supérieur a eu une assez grande extension, car nous l'avons rencontré, extrêmement peu développé il est vrai, à 40^{km} au Nord, dans le bassin dévonien de Fuenlabrada, dont toutes les autres assises diffèrent par le facies et la faune de celles du bassin de Guadalmez.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1911 (suite).

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid, t. VIII, nos 11 y 12; t. IX, nos 1, 2, 3 y 4. Madrid, 1910; 4 fasc. in-8°.

R. Osservatorio di Catania. *Catalogo astrofotografico* 1900, o. *Zona di Catania fra le declinazioni* + 46° *e* + 55°; t. VII, parte 1a : *Declinazione* + 52° *a* + 54°, *ascenzione retta* 0^h à 3^h. Catane, 1910; 1 vol. in-4°.

Ergebnisse der Arbeiten der königlich preussischen aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg, im Jahre 1909; Bd. V, mit einem Titelbild, einer Textfigur und 25 Diagrammen, herausgegeben von Richard Assmann, Direktor. Brunswick, F. Vieweg et fils, 1910; 1 vol. in-4°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam, in der Zeit vom 1 *Januar bis* 31 *Dezember* 1909. Berlin, 1910; 1 fasc. in-8°.

Geological literature added to the Geological Society's Library, during the year ended december 31st, 1909. Londres, 1910; 1 vol. in-8°.